



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“MANEJO AGROECOLÓGICO DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON
VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE
FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

Roberto Carlos Rosero Bastidas

RIOBAMBA– ECUADOR

2016

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Roberto Carlos Rosero Bastidas**, declaro que el presente trabajo de titulación, es de nuestra autoría, y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba 14 de Julio del 2016.

Roberto Carlos Rosero Bastidas.

CI. 060473081-2

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal

Ing. Jorge Anselmo Rodas Paredes.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. José Vicente Trujillo Villacís.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. M.C. Hermenegildo Díaz Berrones.

ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 14 de Julio del

2016.

AGRADECIMIENTO

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres Norma Bastidas y Mario Rosero, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar.

A mis hermanos/as y pareja Patricio, Luis, Jaime, Jeny, Mary, Víctor, que siempre estuvieron presentes en con detalles y motivaciones para culminar esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en todos los momentos difíciles de mi vida tales como la felicidad y tristeza pero ellos siempre han estado junto a mí y gracias a ellos soy lo que ahora soy y con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora soy un gran profesional y seré un gran orgullo para ellos y para todos los que confiaron en mí.

Agradecimiento especial a mi cuñado Iván Chavez que siempre me apoyo durante toda mi etapa politécnica.

Para todos mis amigos y conocidos que me han apoyado durante toda la vida estudiantil.

A la politécnica de Chimborazo y todos los profesores que impartieron sus conocimientos durante toda la etapa estudiantil.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios, a mi Señor Jesús, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo, a mis padres Norma Bastidas y Mario Rosero, hermanos/as y pareja Patricio, Luis, Jaime, Jeny, Mary, Víctor, familia y amigos por aconsejarme y estar siempre conmigo en esos momentos difíciles, y en especial a mi hijo Keylet Rosero que fue la razón por la cual culmine este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	xvii
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	viii
Lista de anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. EL SUELO	3
1. <u>Características</u>	3
2. <u>La Fertilidad</u>	4
3. <u>Nutrientes del Suelo</u>	4
a. Nutrientes o elementos totales	5
b. Nutrientes o elementos del complejo de cambio	5
c. Nutrientes o elementos en la solución del suelo	5
4. <u>Materia orgánica</u>	5
5. <u>Erosión</u>	6
6. <u>Degradación de la Fertilidad</u>	6
7. <u>Degradación Física</u>	7
8. <u>Deterioro Biológico</u>	8
9. <u>Agricultura de Conservación</u>	8
10. <u>Sistemas de Labranza</u>	9
a. Sistema de labranza convencional	9
b. Sistema de labranza mínima	9
c. Sistema de labranza cero	10
B. EL KIKUYO	10
1. <u>Origen y Distribución Geográfica</u>	11
2. <u>Ubicación Taxonómica</u>	11

3. <u>Descripción Botánica</u>	12
4. <u>Morfología y Fisiología.</u>	12
a. Hábito y forma de vida.	12
b. Tamaño.	13
c. Tallo.	13
d. Hojas.	13
e. Inflorescencia	13
f. Espiguilla/Flores	13
g. Raíz	14
h. Variación Genética	14
5. <u>Requerimientos Agroecológicos</u>	14
6. <u>Variedades</u>	14
7. Prácticas de campo del kikuyo (<i>P. Clandestinum</i>)	15
a. Establecimiento	15
1) Establecimiento por Estolones	15
2) Establecimiento por Semilla	16
b. Manejo	16
1) Control de malezas.	16
2) Riego	17
8. <u>Plagas del kikuyo</u>	17
9. <u>Enfermedades del kikuyo</u>	18
10. <u>Renovación de Potreros</u>	18
11. <u>Manejo del Pastoreo</u>	18
12. <u>Limitaciones</u>	19
13. Composición Química y Valor Alimenticio	19
14. <u>Producción de Forraje</u>	20
15. <u>Usos</u>	21
C. FERTILIZACIÓN	21
1. <u>Fertilización de Pastos</u>	21
2. Respuesta de los Pastos a la Fertilización	22
3. <u>Importancia de la Fertilización</u>	22
4. Funciones de los Nutrientes en las Plantas Forrajeras	23

a. Macroelementos	23
1) Nitrógeno (N)	23
2) Fósforo (P)	24
3) Potasio (K)	24
4) Azufre (S)	24
5) Calcio (Ca)	25
6) Magnesio (Mg)	25
b. Microelementos	26
1) Hierro (Fe)	26
2) Manganeseo (Mn)	26
3) Cobre (Cu)	26
4) Zinc (Zn)	27
5) Boro (Bo)	27
6) Molibdeno (Mo)	27
7) Cloro (Cl)	27
8) Níquel (Ni)	28
5. <u>Fertilización Foliar</u>	28
a. Factores que se Relacionan con la Fertilización	28
1) La Formulación Foliar	29
2) El Ambiente	29
3) Las especies que integran las pasturas	29
6. <u>Dosis y Aplicación</u>	30
7. <u>Época de Aplicación</u>	30
D. ÁCIDOS HÚMICOS Y FÚLVICOS	30
1. <u>Ácidos Húmicos</u>	30
a. Definición de los Ácidos Húmicos	30
b. Historia de los Ácidos Húmicos	31
c. Naturaleza Química de los Ácidos Húmicos	31
d. Origen	32

e. Composición	32
f. Efectos de los Ácidos Húmicos	33
1) Físicos	33
2) Químicas	33
3) Biológicas	34
4) En la planta	34
2. <u>Ácidos Fúlvicos</u>	35
a. Estructura de los Ácidos fúlvicos	35
b. Beneficios de los Ácidos Fúlvicos	36
3. <u>ECO-HUM DX</u>	37
a. Descripción del Producto	37
b. Composición Química	37
c. Mecanismo de Acción	38
d. Compatibilidad	38
e. Beneficios	38
f. Dosis y Recomendaciones de Uso	39
E. FITOHORMONAS	39
1. <u>Hormonas Reguladoras del Crecimiento</u>	39
a. Auxinas	40
b. Giberelinas	40
c. Citoquininas	40
2. <u>Efecto de las Fitohormonas</u>	41
3. <u>Enraizador Utilizado</u>	41
a. Descripción del Producto	42
1) RaízPlant 500	42
2) Composición Porcentual	42
3) Dosis y Recomendaciones de Uso	43
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	43
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	43
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	44
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS	44
1. <u>Materiales</u>	44

2. <u>Equipos</u>	44
3. <u>Insumos</u>	45
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	45
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	46
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	46
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	47
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	47
1. <u>Análisis de suelo.</u>	47
2. <u>Profundidad de la raíz en (cm).</u>	48
3. Altura de planta en (cm), 15, 30 y 45 días.	48
4. Producción de forraje verde Ton/Ha/Corte.	48
5. Producción de forraje en materia seca Tn/Ha/Corte.	48
6. Composición nutricional del <i>Pennisetum clandestinum</i> (kikuyo).	48
7. <u>Análisis beneficio costo.</u>	49
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	49
A. EVALUACIÓN AGROBOTÁNICA DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS PRIMER CORTE.	49
1. <u>Altura de la planta a los 15 días cm.</u>	49
2. <u>Altura de la planta a los 30 días cm.</u>	52
3. <u>Altura de la planta a los 45 días cm.</u>	53
4. Producción de forraje verde, Tn/ha/corte.	54
5. Producción de materia seca, Tn/ha/corte.	56
B. EVALUACIÓN AGROBOTÁNICA DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS SEGUNDO CORTE.	57
1. <u>Altura de la planta a los 15 días cm.</u>	57
2. <u>Altura de la planta a los 30 días cm.</u>	58
3. <u>Altura de la planta a los 45 días cm.</u>	61
4. Producción de forraje verde, Tn/ha/corte.	62
5. Producción de materia seca, Tn/ha/corte.	63

C. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.	65
1. Análisis Bromatológico del <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de fertilizante enraizador en suelos volcánicos primer corte.	65
a. Contenido de Materia Seca a los 45 días	65
b. Contenido de Proteína a los 45 días	65
c. Contenido de Grasa a los 45 días	66
d. Contenido de Cenizas a los 45 días	66
e. Contenido de Fibra a los 45 días	66
2. Análisis Bromatológico del <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de fertilizante enraizador en suelos volcánicos segundo corte.	68
a. Contenido de Materia Seca a los 90 días	68
b. Contenido de Proteína a los 90 días	68
c. Contenido de Grasa a los 90 días	68
d. Contenido de Cenizas a los 90 días	69
e. Contenido de Fibra a los 90 días	69
D. ANÁLISIS DEL SUELO PRE Y POST FERTILIZACIÓN DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.	69
1. <u>Ph</u>	70
2. <u>Materia Orgánica</u>	71
3. <u>Nitrógeno</u>	71
4. <u>Fosforo</u>	72
5. <u>Potasio</u>	72
E. EVALUACIÓN DE LA PROFUNDIDAD RADICULAR PRE Y POST PRODUCCIÓN DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS	

NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.	73
F. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCION FORRAJERA DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.	74
V. <u>CONCLUSIONES</u>	76
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	77
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	78
ANEXOS:	

RESUMEN

En el Cantón Penipe, Parroquia Bilbao, se hallan afectados por las intermitentes emanaciones de ceniza y gases producidas por erupciones volcánicas lo que afectan a los cultivos y pastizales, mermando su producción y economía de los pobladores por ello se evaluó el manejo agroecológico del *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de fertilizante enraizador en suelos volcánicos, en un cultivo establecido de kikuyo, las mismas que fueron distribuidas bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar. Para determinar la mejor respuesta se planteó conocer la producción forrajera en base fresca y seca, valor nutricional, rentabilidad. El uso de 3 lts/ha, de abono orgánico comercial, en el primer corte registró las mejores alturas a los 15 días (15,22 cm), 30 días (18,94 cm) y 45 días (23,9 cm) con diferencias significativas ($P < 0,001$), mayor producción de forraje verde (22,34 tn FV/Ha/corte), materia seca (3,069 tn MS/Ha/corte), en la evaluación Bromatológica mostró variabilidad de los tratamientos vs testigo. En el segundo corte el comportamiento forrajero, fue similar al primero, lo que se atribuye a la utilización de 3 lts/ha, de abono orgánico comercial. La rentabilidad superior se atribuye al tratamiento T3, con un beneficio costo de (1,51 \$). Por lo que se concluye que el T3 muestra comportamiento superior y se recomienda aplicar 3 lts/ha, de abono orgánico comercial en pastizales de *Pennisetum clandestinum*, mediante la fertilización foliar orgánica.

ABSTRACT

In Penipe canton, Bilbaoparish, they are affected by intermittent emissions of ash and gases produced by volcanic eruptions which affect cropss and pasture. It is decreasing their production and economy of the people therefore agro-ecological management of *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) with various levels of comercial organic fertilizer and a base of enraizador fertilizer on volcanic soil in a crop established kikuyu. The same that were distributed under a design randomized complete block. To determine the best response was raised to known the forage production in fresh and dry basis, nutritional value, profitability. The use of 3 liters/ha, comercial organic fertilizer in the first cut recorded the best heights. At 15 days (15,22 cm) 30 days (18,94 cm) and 45 days (23,9 cm) significant differences ($P < 0,001$), increased production of Green fodder (22,34 tn FV/ha/cut), dry matter (DM 3,069 tn DM/ha/cut). In the bromatological evaluation showed variability of treatments vs witness. In the second cut the foraging behavior was similar to the first, which is attributed to the use of 3 liters/ha, comercial organic fertilizer. The outperformance is attributable to T3, whit a cost of (\$ 1,51) profit. So it is concluded that the T3 shows superior performance and is recommended to apply 3 liters/ha, comercial organic fertilizer on pastures *Pennisetum clandestinum* by organic foliar fertilization.

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL KIKUYO.	11
2.	REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS PROMEDIO DEL KIKUYO.	14
3.	CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES COMERCIALES DEL PASTO KIKUYO (<i>Pennisetum clandestinum</i>).	15
4.	VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO KIKUYO.	19
5.	LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LA MATERIA SECA DEL KIKUYO Y REQUERIMIENTOS PARA VACAS HOLSTEIN.	20
6.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ABONO ORGÁNICO COMERCIAL ECO-HUM DX.	37
7.	DÓSIS Y RECOMENDACIONES DE USO DEL ABONO ORGÁNICO COMERCIAL ECO-HUM DX.	38
8.	EFFECTO DE LAS HORMONAS VEGETALES Y SU LUGAR DE PRODUCCIÓN.	40
9.	COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE RaízPlant 500.	42
10.	DÓSIS Y RECOMENDACIONES DE USO DE RaízPlant 500.	42
11.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN BAÑOS.	43
12.	ESQUEMA DE EXPERIMENTO.	45
13.	ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).	46
14.	EVALUACIÓN DEL MANEJO AGROECOLÓGICO DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS PRIMER CORTE.	50

15.	EVALUACIÓN DEL MANEJO AGROECOLÓGICO DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS SEGUNDO CORTE.	58
16.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.	65
17.	ANÁLISIS DEL SUELO PRE Y POST FERTILIZACIÓN DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.	68
18.	EVALUACIÓN DE LA PROFUNDIDAD RADICULAR PRE Y POST PRODUCCIÓN DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.	71
19.	EVALUACIÓN ECONOMICA DE LA PRODUCCION FORRAJERA DEL <i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.	73

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Altura del <i>Pennisetum clandestinum</i> a los 15 días en el primer corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).	51
2.	Altura del <i>Pennisetum clandestinum</i> a los 30 días en el primer corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).	52
3.	Altura del <i>Pennisetum clandestinum</i> a los 45 días en el primer corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).	53
4.	Producción de forraje verde del <i>Pennisetum clandestinum</i> a los 45 días en el primer corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).	54
5.	Producción de materia seca del <i>Pennisetum clandestinum</i> a los 45 días en el primer corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).	55
6.	Altura del <i>Pennisetum clandestinum</i> a los 15 días en el segundo corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).	57
7.	Altura del <i>Pennisetum clandestinum</i> a los 30 días en el segundo corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).	59
8.	Altura del <i>Pennisetum clandestinum</i> a los 45 días en el segundo corte	60

utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

9. Producción de forraje verde del *Pennisetum clandestinum* a los 45 días en el segundo corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500). 61
10. Producción de materia seca del *Pennisetum clandestinum* a los 45 días en el segundo corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500). 62
11. Desarrollo radicular del *Pennisetum clandestinum* pre y post fertilización foliar utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500). 72

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Análisis de varianza de la altura a los 15 días en el primer corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).
2. Análisis de varianza de la altura a los 30 días en el primer corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).
3. Análisis de varianza de la altura a los 45 días en el primer corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).
4. Análisis de varianza de la Producción de forraje Verde Ha/Corte a los 45 días en el primer corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).
5. Análisis de varianza de la Producción de Materia Seca Ha/Corte a los 45 días en el primer corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).
6. Análisis de varianza de la altura a los 15 días en el segundo corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

7. Análisis de varianza de la altura a los 30 días en el segundo corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).
8. Análisis de varianza de la altura a los 45 días en el segundo corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).
9. Análisis de varianza de la Producción de forraje Verde Ha/Corte a los 45 días en el segundo corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).
10. Análisis de varianza de la Producción de Materia Seca Ha/Corte a los 45 días en el segundo corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

I. INTRODUCCIÓN

Ecuador registró, en 2010, una superficie total de labor agrícola que llega a 7'303.674 hectáreas del total obtenido, se pudo determinar que el 46,69% corresponde a pastos cultivados, el 20,67% de pastos naturales, el 19,5% de cultivos permanentes y el 13,5% de cultivos transitorios (ESPAC, 2013).

Dentro de la superficie dedicada a labor agrícola en el Ecuador, la categoría de pastos cultivados encabeza la lista con 48.1 %, que equivale a 3 409 953 ha, y 19,3 % corresponde a pastos naturales (INEC, 2012).

La forma como se distribuye por regiones la estructura con respecto a este rubro, en la sierra con mayor superficie de pasto del 25,2 % y 21,8 % dedicada a Pastos Naturales y Cultivados respectivamente, luego la costa con 33,8 % y el Oriente con 32,5 % de pastos (INEC, 2012). Entre las especies forrajeras de mayor uso de la Sierra del Ecuador se encuentran el Kikuyo, Ryegrass, Alfalfa y Pasto Azul; la gran mayoría de las pasturas están formadas por la mezcla de varias de estas especies, el kikuyo predomina en pasturas formadas de una sola especie.

El Volcán Tungurahua inició en 1999 su periodo eruptivo y persiste hasta el momento, tiene períodos de reactivación de por lo menos una vez cada siglo, razón por la cual se ha visto afectada la economía de extensas zonas geográficas, especialmente en las aledañas al volcán, como son las parroquias Bilbao, Puela, El Altar y sus respectivas comunidades, considerados eminentemente agrícolas. En la última fase eruptiva, el volcán se ha caracterizado por emitir una gran cantidad de ceniza, que ha generado daños en las viviendas, animales y principalmente en los cultivos de la región mencionado en (IGEPN, 2015).

Desde entonces el volcán ha mantenido episodios de actividad intermitentes con duraciones de pocos días a semanas y pausas en la actividad de hasta 3 meses. La actividad puede iniciarse con fuertes explosiones vulcanianas, como en Mayo 2010, Diciembre 2012 y Julio 2013; o con explosiones de carácter estromboliano y emisión continua de gases y ceniza reportados por (IGEPN, 2015).

La actividad volcánica es una fuente natural de contaminación, dentro de los principales riesgos volcánicos destacan la emisión de ceniza y gases, relacionándose con la cantidad y el número de exposiciones a dichos eventos contaminando y produciendo un impacto en los pastizales que son utilizados para la producción de bovinos y demás especies zootécnicas (Haro, E. 2011).

Según cálculos de la Cámara de Agricultura, al menos 15.000 pequeños y medianos agricultores y alrededor de 50.000 hectáreas de sembríos y pastizales han sido afectados por la erupción (Donoso, P. 2006).

Por lo señalado se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el comportamiento del *Pennisetum Clandestinum* (kikuyo) ante Niveles de Abono Orgánico comercial más una Base estándar de fertilizante enraizador en Suelos Volcánicos.
- Determinar la producción forrajera en base fresca y seca del pasto evaluado *Pennisetum Clandestinum* (kikuyo).
- Conocer el valor nutricional del *Pennisetum Clandestinum* (kikuyo) mediante un análisis bromatológico.
- Determinar la rentabilidad mediante el indicador b/c.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. EL SUELO

Es un estrato delgado que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento.

El suelo constituye la interface entre las rocas del sustrato continental y la atmósfera, formándose como consecuencia de los fenómenos físicos, físico-químicos y biológicos de intercambio que ahí se producen. El concepto de suelo es, por tanto, un concepto evolutivo. Este se forma como consecuencia de un proceso dinámico, que implica un cambio progresivo desde que la roca se pone en contacto con la atmósfera como consecuencia de la erosión, hasta su desarrollo completo (Higueras, P. y Oyarzun, R. 2010).

1. Características

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. (2012), el suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo. En el suelo se multiplican miles de formas de vida, la mayoría invisibles para nuestros ojos. Una hectárea de tierra fértil puede contener más de 300 millones de pequeños invertebrados: insectos, arañas, lombrices y otros animales diminutos. La tierra que cabe en una cuchara puede encerrar un millón de bacterias, además de cientos de miles de células de levaduras y pequeños hongos. Todas las sustancias que forman el suelo son importantes por sí mismas, pero lo fundamental es el equilibrio adecuado entre los diferentes constituyentes.

La materia orgánica y los microorganismos aportan y liberan los nutrientes y unen las partículas minerales entre sí. De esta manera, crean las condiciones para que las plantas respiren, absorban agua y nutrientes y desarrollen sus raíces. Lombrices, bacterias y hongos también producen humus, que es una forma estable de materia orgánica. El humus retiene agua y nutrientes y ayuda a

prevenir la erosión. En resumen, el manejo sostenible del suelo debe estimular la actividad de los microorganismos, manteniendo o aportando una cantidad adecuada de materia orgánica es lo que señala la (FAO, 2012).

2. La Fertilidad

Para crecer las plantas precisan agua y determinados minerales. Los absorben del suelo por medio de sus raíces. Un suelo es fértil cuando tiene los nutrientes necesarios, es decir, las sustancias indispensables para que las plantas se desarrollen bien. Las plantas consiguen del aire y del agua algunos elementos que necesitan, como el carbono, el hidrógeno y el oxígeno. Otros nutrientes esenciales están en el suelo: aquellos que los vegetales requieren en grandes cantidades se llaman nutrientes principales. Son el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio. Proceden de las rocas que dieron origen al suelo y de la materia orgánica descompuesta por los microorganismos. Los nutrientes deben estar siempre presentes en las cantidades y proporciones adecuadas. Según la FAO, (2012): indica que un suelo es fértil cuando:

- Su consistencia y profundidad permiten un buen desarrollo y fijación de las raíces.
- Contiene los nutrientes que la vegetación necesita.
- Es capaz de absorber y retener el agua, conservándola disponible para que las plantas la utilicen.
- Está suficientemente aireado.
- No contiene sustancias tóxicas.

3. Nutrientes del Suelo

Ibáñez, J. (2006), señala que los elementos minerales de un suelo, necesarios para la alimentación de las plantas pueden encontrarse en muy diversas formas. No todas ellas son aptas para ser absorbidas por las raíces. Debe prestarse atención al método de extracción. Así, puede hablarse de elementos totales, de cambio, asimilables o solubles.

a. Nutrientes o elementos totales

Son todos los que se encuentran en el suelo en cualquiera de sus formas. Muchos de ellos forman parte de minerales cuya meteorización puede tardar miles de años en producirse. En consecuencia, no son asimilables para las plantas, por lo que no puede hacerse uso de tales datos con vistas a analizar la relación fertilidad del suelo-crecimiento vegetal.

b. Nutrientes o elementos del complejo de cambio

Son los que se encuentran asociados a los complejos arcilla-humus u agregados del suelo. En una buena medida pueden ser absorbidos por las raíces. Sin embargo, algunos están fuertemente unidos a tales complejos, por lo que la vegetación no puede absorberlos.

c. Nutrientes o elementos en la solución del suelo

Son aquellos que se estiman cuando una muestra seca de suelo es dispersada en agua destilada. Todos ellos son potencialmente asimilables por las plantas.

4. Materia orgánica

La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos, etc. La descomposición de estos restos y residuos metabólicos da origen a lo que se denomina humus. En la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc., en constante estado de degradación y síntesis. El humus, por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso, que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos. A su vez, la descomposición del humus en mayor o menor grado, produce una serie de productos coloidales que, en unión con los minerales arcillosos, originan los complejos órgano minerales, cuya aglutinación determina la textura y estructura de un suelo. Estos coloides existentes en el suelo presentan además carga

negativa, hecho que les permite absorber cationes H^+ y cationes metálicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), e intercambiarlos en todo momento de forma reversible; debido a este hecho, los coloides también reciben el nombre de complejo absorbente es lo que indica (Higueras, P. y Oyarzun, R. 2010).

La materia orgánica es su afinidad por los metales pesados. Cuando éstos se encuentran en disolución, a menudo forman complejos orgánicos solubles, que pueden polimerizarse sobre los complejos moleculares del humus. También pueden formar directamente complejos insolubles con los compuestos del humus. De esta forma, la materia orgánica del suelo a menudo actúa como almacén de estos elementos, si bien puede transferirlos a la vegetación o a la fase acuosa si se produce su descomposición en medio ácido u oxidante.

Otro componente orgánico de los suelos es el ácido fúlvico, que es un tipo de ácido húmico débilmente polimerizado, que interviene en el proceso de podsolización. Junto con las arcillas y el hierro presentes en el suelo, este ácido forma complejos coloidales que por lixiviación son desplazados hasta cierta profundidad, donde finalmente floculan como consecuencia de actividad bacteriana. (Higueras, P. y Oyarzun, R. 2010).

5. Erosión

La erosión es el proceso de remoción, transporte y deposición del material removido en otro sitio (Almorox et al., 2010), que ocurre por efecto de las lluvias, vientos, topografía del terreno, tipo de suelo, cobertura vegetal y la acción del hombre, ocasionando la pérdida de la capa superficial del suelo (Alvarado, S. et al. 2011).

Las características básicas que contribuyen a la aceleración de este proceso son: compactación, textura del suelo, estructura, densidad aparente, porosidad, topografía, cobertura vegetal, uso de la tierra, entre las principales (Núñez, J. 2001).

6. Degradación de la Fertilidad

Es la disminución de la facultad del suelo para soportar la vida, conforme se va

degradando pierde la capacidad de producción, por lo que es necesario la adición de fertilizantes minerales, para reponer los nutrientes perdidos. En este proceso se producen alteraciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas que conllevan a su deterioro (Dorronsoro, C. y García, I. 2004). Un suelo saludable responde con rapidez al añadirle fertilizantes, lo que conlleva a aumentarla producción; mientras que, un suelo degradado tiene una respuesta lenta e incompleta. El desequilibrio nutricional es otro factor del deterioro de la fertilidad que resulta como consecuencia de la extracción de nutrientes en cada cosecha cuando mayores son los nutrientes minerales que salen del suelo con respecto a que aquellos que son agregados por medio de la fertilización (Alvarado, S. et al. 2011).

7. Degradación Física

La degradación física del suelo se define como la disminución de la calidad en la estructura del suelo, se puede observar en la superficie con el surgimiento de costras finas de bajo de la capa arada, consecuencia del uso exagerado del tractor se forman estas capas endurecidas; con esto las tasas de infiltración de agua en el suelo se reducen, mientras las tasas de escorrentía y de erosión aumentan (Cabeda, V. 1984).

El deterioro físico del suelo ocurre cuando las partículas de suelo se compactan bajo la carga de maquinaria pesada y ganado, en especial este último. Cuando los suelos se han compactado es más costoso ararlos y las plantas tienen más trabajo para brotar (Wicander, R. y Monroe. J. 2000).

Además, la degradación física induce a la pérdida de materiales, incremento de la toxicidad, aumento de la densidad aparente y disminución de la permeabilidad provocando degradación química de los suelos (Dorronsoro, C. y García, I. 2004).

El uso incorrecto de maquinaria agrícola y la preparación excesiva de suelo provoca la ruptura de la estructura del suelo, la capacidad de infiltración y retención de humedad, ocasionan compactación en las capas inferiores a la capa arable, volviendo impermeable al suelo y favoreciendo el escurrimiento

superficial y consecuente erosión (Tayupanta, J. y Córdova, J. 1990).

8. Deterioro Biológico

El deterioro biológico del suelo se produce por la pérdida de materia orgánica, a causa de prácticas agrícolas convencionales (Canali, S. et al. 2004) alterando la flora y fauna del suelo con impacto en la productividad; y como consecuencia la alteración del ecosistema y por ende la pérdida de las funciones del suelo (Brussaard, L. et al. 2007).

La degradación biológica conlleva a la disminución de la actividad biológica, eliminación de cepas nativas de microorganismos que participan en el reciclaje de nitrógeno (N) y Fósforo (P), y de aquellos que ayudan a regularizar las poblaciones de patógenos del suelo (Suquilanda, M. sa). Entre los factores que afectan a la comunidad microbiana y sus funciones figuran el tipo de materia orgánica, presencia de nutrientes, propiedades fisicoquímicas de los suelos, vegetación, prácticas de manejo y presencia de contaminantes (Renella, G. et al. 2004). Otro factor del deterioro biológico del suelo es el uso inapropiado de pesticidas, al tener estos un efecto sobre la diversidad funcional de la microflora del suelo y en consecuencia sobre su fertilidad (Fang, H. et al. 2009).

9. Agricultura de Conservación

La agricultura de conservación se fundamenta en el manejo integrado del suelo, agua y de todos los recursos que intervienen en las actividades agrícolas. Su característica primordial es que, bajo un régimen específico y continuado de cultivo, la regeneración del suelo es más rápida que su degradación, de modo que la producción agrícola es sostenible y rentable (Vuelta, D. 2011).

La agricultura de conservación trata de resolver problemas agrícolas a pequeña y gran escala, trayendo consigo mejora en la calidad de los productos, los rendimientos y por ende la calidad de vida de los agricultores (CIMMYT, 2012).

Este tipo de tecnología agrícola de conservación se identifica con tres principios básicos como son (CIMMYT, 2012 y Vuelta, D. 2011) el trabajar el

suelo con labranza mínima o sin labranza (perturbación mínima del suelo), cobertura permanente del suelo (con residuos o cultivos de cobertura) y la rotación de cultivos. La agricultura de conservación atrae varios beneficios como son el incremento de la retención de humedad del suelo y mejora la infiltración del agua, el mejoramiento de las propiedades del suelo, aumento de los niveles de materia orgánica, disminución de la erosión y la inducción a una agricultura sustentable, optimizando y conservando recursos en beneficio de los agricultores, entre otros (CIMMYT, 2012).

10. Sistemas de Labranza

Dentro los sistemas de labranza tenemos los siguientes:

a. Sistema de labranza convencional

Es el laboreo del suelo anterior a la siembra con maquinaria (arados) que corta e invierte total o parcialmente los primeros 15cm de suelo. El suelo se afloja, airea y mezcla, lo que facilita el ingreso de agua, la mineralización de nutrientes y la reducción de plagas animales y vegetales en superficie. Pero también se reduce rápidamente la cobertura de superficie, se aceleran los procesos de degradación de la materia orgánica y aumentan los 5 riesgos de erosión. Generalmente, la labranza convencional implica más de una operación con corte e inversión del suelo (Vogel, A. 2000).

Ventajas:

Con lo mencionado se relaciona este sistema de labranza contribuye en:

- Control de malezas.
- Liberación de nutrientes.
- Garantizar una uniforme emergencia del cultivo.

b. Sistema de labranza mínima

Implica el laboreo anterior a la siembra con un mínimo de pasadas de maquinaria anterior a su corte (rastrón, rastra doble, rastras de dientes, cultivador de campo). Se provoca la aireación del suelo, pero hay menor inversión y mezclado de este.

Se aceleran los procesos de mineralización de nutrientes pero a menor ritmo que en el caso anterior. Quedan más residuos vegetales en superficie y anclados en la masa del suelo; por tanto, el riesgo de erosión es menor (Vogel, A. 2000).

Ventajas:

Con lo mencionado se relaciona este sistema de labranza contribuye en:

- Control de la evaporación del agua.
- Control de la erosión de los suelos.
- Controla la pérdida de materia orgánica.
- Reduce la emisión de gases de carbono.

c. Sistema de labranza cero

No se laborea el suelo sino que se siembra directamente depositando la semilla en un corte vertical de pocos centímetros que se realiza con una cuchilla circular o zapata de corte. Una rueda compacta la semilla en el surco de siembra para permitir su contacto con el suelo húmedo. Esta técnica exige controlar las malezas con herbicidas antes de la siembra, y también fertilizar debido a que la mineralización natural de los nutrientes del suelo se torna muy lenta. Es el mejor sistema para evitar la erosión del suelo. Su mayor restricción se refiere en el uso de sustancias químicas que pueden contaminar las aguas y el suelo en si (Vogel, A. 2000).

Ventajas:

Con lo mencionado se obtiene beneficios como:

- Mantener los niveles de materia orgánica del suelo.
- Formar una capa de residuos vegetales.
- Disminuye la compactación del suelo por maquinaria agrícola.

B. EL KIKUYO

El kikuyo (*P. Clandestinum*) es una gramínea perenne de origen africano, que ha invadido las tierras andinas, donde existen grandes extensiones con hierba, entre

los 1700 y 3200 m.s.n.m. (Cárdenas, E. 2009).

Es una planta perenne, invasora, de poderosos y largos estolones y rizomas los que alcanzan apreciable profundidad en lugares húmedos (35 - 50 cm), mientras que en los lugares secos solamente 15 - 20 cm (Hernández, T. 2004).

Es la gramínea más común y mejor adaptada de clima frío. No prospera bien en suelos pobres, pero si en suelos fértiles; es tolerante a la sequía pero muy susceptible a las heladas, por esta razón en zonas que presentan frecuentes heladas durante el año, es recomendable sustituirlo por otras especies resistentes a este fenómeno natural. (Osorio, D. y Roldan, J. 2006).

1. Origen y Distribución Geográfica

El kikuyo es nativo de la región montañosa del este y del África central (Kenya, Etiopía), donde crece en suelos francos, profundos y rojos de origen volcánico. Esta región presenta altas precipitaciones (1000 -1600 mm), temperaturas moderadas y heladas ocasionales. El nombre común viene de la tribu “kikuyu” ubicada Kenya (Moore, G. et al. 2006).

El pasto kikuyo se encuentra presente en América, Asia y Oceanía (Vibrans, H. 2009). Se cree que el kikuyo fue introducido al Ecuador a mediados de los años 40 como un pasto promisorio para la producción animal. Su hábito de crecimiento agresivo lo ha convertido en una maleza para los cultivos y en un problema para el mantenimiento de las pasturas (Paladines, O. e Izquierdo, F. 2010).

2. Ubicación Taxonómica

Para la identificación de la ubicación taxonómica del kikuyo se muestra con criterio de varios autores ya que su clasificación varía de un autor a otro el mismo que tenemos mostrado en el (cuadro 1).

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL KIKUYO.

	Osorio, D. (2006).	Rueda, (2002).
Reino	Vegetal	Plantae
Clase	Angiosperma	Liliopsida
Subclase	Monocotiledónea	

Familia	Gramínea	Poaceae
Genero	<i>Pennisetum</i>	<i>Pennisetum</i>
Especie	<i>Clandestinum</i>	<i>Clandestinum</i>
N. común	Kikuyo	Kikuyo

Fuente: Osorio, D. (2006), y Rueda, (2002)..

3. Descripción Botánica

Según Estrada, J. (2002), es una especie perenne, se extiende superficialmente, con raíces profundadas, posee rizomas y estolones y en sus nudos se desarrollan raíces; puede alcanzar alturas hasta de 80 cm, las partes florales son muy inconspicuas, florece en las primeras horas de la mañana y en las horas de la tarde desaparece. Forma un césped denso lo cual lo clasifica dentro de las gramíneas de alta cobertura. Los tallos con inflorescencias pueden alcanzar de 9 – 15 cm de altura. La progenie de la semilla es idéntica a la planta madre por su reproducción apomítica (Barners, R. et al. 2007).

Las hojas son glabras o con pelos. Vainas esparcidamente vilosas en el envés a glabras, con márgenes membranosos y secos; lígula en forma de anillo de pelos de 1 – 2 mm de longitud, láminas foliares planas o con duplicadas (dobladadas a lo largo de su nervio medio), con el ápice obtuso, de 1.5 a 9 cm de longitud, de 2 a 5 mm de ancho, glabras o esparcidamente vilosas en la base (Vibrans, H. 2009).

Alcanzando producciones de 80-100 t/ha/año en estado verde (Cardona, E. 2012).

4. Morfología y Fisiología.

a. Hábito y forma de vida.

Es una planta perenne, rastrera, formando matas. Puede trepar, apoyándose en arbustos (Heike, V. 2009).

Las plantas se extienden superficialmente, pero poseen además rizomas gruesos y succulentos que alcanzan, a veces, varios metros. En los nudos de los rizomas y estolones se forman raíces, retoños y ramificaciones. El crecimiento puede formar un césped denso con un espesor de 15 a 30 cm, semejando un colchón. Los tallos crecen erectos o semierectos y alcanzan de 60 a 80 cm de altura. Las hojas

se forman tanto en los tallos rastreros como en los erectos (Dugarte, M. y Ovalles, L. 1991).

El kikuyo es un pasto que crece de una forma rastrera, horizontal razón por la cual hace que sea un pasto agresivo ante otras especies y por la capacidad de formar macollos le permiten formar una cobertura superior al resto de pastos.

b. Tamaño.

El kikuyo por sus hábitos de crecimiento puede alcanzar una altura de 15 a 20 cm y sus rizomas hasta un metro de longitud (Heike, V. 2009).

c. Tallo.

Los tallos de kikuyo son subterráneos conocidos como rizomas que ayudan a formar un denso pasto. El kikuyo presenta un tallo rastrero con nudos y entrenudos cilíndricos glabros (sin ornamentación), de 1 a 2 cm de longitud (Heike, V. 2009).

d. Hojas.

Sus hojas son laminadas contienen glabras o con pelos con vainas esparcidamente vilosas en el envés a glabras, con márgenes membranosos y secos; lígula en forma de anillo de pelos de 1-2 mm de longitud, láminas foliares planas o con duplicadas (dobladitas a lo largo de su nervio medio), con el ápice obtuso, de 2 a 9 cm de longitud, de 2 a 5 mm de ancho, glabras o esparcidamente vilosas en la base (Heike, V. 2009).

e. Inflorescencia

“El kikuyo presenta una inflorescencia escondida entre las vainas, compuesta, con espigas cortas axilares. Se pueden ver los estambres por fuera cuando florece, no tienen colores vivos” (Heike, V. 2009).

f. Espiguilla/Flores

Las espiguilla de 1.4 a 1.8 cm de longitud, escasas, ocultas en las vainas superiores, una espiguilla pedicelada y las demás sésiles, pedicelo de la espiguilla

de 2 a 5 mm de longitud, cada una con 15 a 16 cerdas hasta de 1 cm de longitud, glumas ausentes; lema de la flor estéril igual a la lema de la flor fértil, con varias nervaduras, pálea casi igual a la lema. Estambres y estigmas exertos.

La razón de que el kikuyo recibe en nombre de *P. clandestinum* es a que sus flores se encuentran ocultas en la base de las hojas se las puede observar cuando el pasto esta corto a se logran observar a nivel del suelo (Heike, V. 2009).

g. Raíz

“Sus raíces pueden alcanzar los 2 m de longitud lo que le permite extraer agua del suelo con facilidad. Prefiere los suelos de textura liviana, buen drenaje, y alta fertilidad”. (Lobo, M. y Sanchez, O. 2001).

h. Variación Genética

Según Mears, P. (1970), el número de cromosomas del pasto kikuyo es $2n = 36$.

5. Requerimientos Agroecológicos

El pasto kikuyo crece a 1700 – 2800 m de elevación en suelos fértiles (Cárdenas, 2009). No crece bien cuando las temperaturas exceden los 30 °C. Requiere por lo menos 900 mm de precipitación, se adapta a suelos bien drenados, es tolerante a pH bajos (4.5) y a suelos salinos (Barners, R. et al. 2007).

Los requerimientos agroecológicos mínimos y máximos del kikuyo *P. clandestinum* se muestran representados en el (cuadro 2).

Cuadro 2. REQUERIMIENTOS AGROECOLGICOS DEL KIKUYO.

Condiciones	Requisitos	
	Mínimos	Máximos
Altura msnm	1900	3100
Temperatura °C	12	21
Precipitación mm	750	1000
Suelo Ph	5.5	8,5

Fuente: Barners, R. et al. (2007).

6. Variedades

Moore, G. et al. (2006), mencionan que se han liberado diferentes variedades de

kikuyo pero la semilla es difícil de conseguir.

Entre las variedades comunes del kikuyo están representadas en el (cuadro 3).

Cuadro 3. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES COMERCIALES DEL PASTO KIKUYO (*P. Clandestinum*).

Variedad	Características
Whittet	Es la principal variedad sembrada en Australia. En comparación con el kikuyo común, se trata de una variedad relativamente más alta, caracterizada por hojas anchas, tallos más gruesos y entrenudos largos. Persiste bien en condiciones de baja fertilidad, pero es susceptible al amarillamiento del kikuyo causado por <i>Verrucalvus flavofaciens</i> .
Breakwell	Produce mayor número de macollos, que la variedad whittet presenta hojas más estrechas, tallos más delgados y entrenudos más cortos. Recomendada para la conservación de suelos pero no para pastos.
Noonan	Fue desarrollada a partir de las variedades Whittet y Breakwell para tolerar la enfermedad amarillamiento del kikuyo.
Crofts	Es una variedad más alta con más hojas verticales, tiene mejor tolerancia al frío que la variedad Whittet, pero es susceptible al amarillamiento del kikuyo.

Fuente: MOORE, G. et al. (2006).

7. Prácticas de campo del kikuyo (*P. Clandestinum*)

Las principales prácticas que se realiza al pasto kikuyo son:

a. Establecimiento

El pasto kikuyo se establece vegetativamente (estolones) o por medio de semilla (Barners, R. et al. 2007).

1) Establecimiento por Estolones

Se trazan surcos en el lote a una distancia entre 0.5 a 1.0 m y a una profundidad de 5 a 10 cm; se distribuyen los estolones a chorro continuo y se tapan con tierra

(Estrada, J. 2002).

Se cortan en trozos de 0.15 a 0.20 m, esto a que la multiplicación mediante semilla resulta difícil, debido al largo tiempo que requiere para formarse después de la floración. La siembra debe realizarse al inicio de lluvias a distancias de 0.5 x 0.5 m, con las cuales se logra cubrir el terreno rápidamente

2) Establecimiento por Semilla

La semilla disponible comercialmente de kikuyo Whittet es ahora sembrada casi exclusivamente como una semilla prolífica, se recomienda sembrar 3 kg ha⁻¹ a 1 cm de profundidad (Fulkerson, W. 2007).

Por semilla sexual se puede propagar a través del tubo digestivo de los animales que las pueden consumir en buen número, las semillas permanecen viables por mucho tiempo. (Estrada, J. 2002).

Como resultado, los animales pueden ser usados para propagación semilla a los nuevos potreros como un método de bajo costo de establecimiento. Las plántulas son de lento establecimiento y susceptibles a la humedad y el anegamiento, la temperatura óptima para la germinación está entre 19 y 29 °C (Moore, G. et al. 2006).

b. Manejo

Franco, V. et al. (2006), sostienen que el kikuyo se debe manejar adecuadamente si se quiere obtener una buena producción y una capacidad de carga alta. En ocasiones, cuando ha sido mal manejado, se acolchona y la producción disminuye significativamente.

El adecuado manejo del kikuyo consiste en el pastoreo rotacional cada 40 – 80 días, de 5 a 10 cortes por año, cantidad de agua y fertilizante correcto (Hernández, T. 2004)

1) Control de malezas.

Debido al crecimiento rastrero y al colchón que tiende a formar el kikuyo, las malezas no constituyen problema, siempre y cuando se manejen adecuadamente.

Cuando se sigue un pastoreo continuo, con una capacidad de carga muy alta puede ocurrir un sobre pastoreo e invadir la lengua de vaca. (Dugarte, M. y Ovalles, L. 1991).

2) Riego

Con la aplicación de riego adicional en las épocas secas, se logra una excelente producción. El intervalo entre pastoreo o corte puede ser de 35 a 40 días durante el invierno o cuando se aplica riego, mientras que durante el verano los lapsos se amplían a 60 y 75 días. (Dugarte, M. y Ovalles, L. 1991).

Bajo riego, lo más aconsejable es cosechar cada seis a ocho semanas. Si no se utiliza riego, es mejor cortar de acuerdo con el desarrollo de las plantas y no con una frecuencia fija. Se recomienda una altura de corte o pastoreo entre 5 y 10 cm sobre el nivel del suelo. (Dugarte, M. y Ovalles, L. 1991).

8. Plagas del kikuyo

Según Cárdenas, E. (2003), en el libro evaluación de una alternativa para disminuir el impacto ambiental que causan los fertilizantes nitrogenados en las pasturas de clima frío, dice: “El kikuyo ha manifestado recientemente un incremento de la incidencia del chinche de los pastos (*Collaria scenica*), debido principalmente a la disminución de la diversidad de cultivos agrícolas, lo que ha hecho disminuir el control biológico natural”.

El daño es ocasionado por adultos e inmaduros de la plaga, que extraen el contenido celular del follaje. Inicialmente se observan puntos blancos, los cuales se unen y forman manchas que al expandirse provocan amarillamiento del borde foliar. Luego, mueren los tejidos afectados y por último se entorcha el tercio superior de la hoja. En los potreros afectados se observan focos o parches de pasto amarillo y quemado, similar al daño producido por las heladas (Barreto, T. 1996).

La larva del cucarrón que se desarrolla en el suelo y comúnmente se conoce como chiza (*Ancognatha spp.*); de ellos los más abundantes corresponden a la especie (*Clavipalpus sp*), la cual en los últimos años se ha convertido en una

plaga de importancia económica. Las larvas ocasionan daño al alimentarse de las raíces de las plantas y para evitar sus daños se ha recurrido al uso indiscriminado de plaguicidas, incrementando los costos de producción y los riesgos de intoxicación (Alvarez, R. et al. 1992).

9. Enfermedades del kikuyo

Entre las enfermedades que se mencionan son criptogámicas como la roya de las gramíneas, muy frecuente en las praderas de la sabana de Bogotá. Dentro de estos agentes patógenos, el género *Puccinia sp* ataca hojas, tallos y espigas, produciendo sobre el tejido afectado, pústulas alargadas de color amarillo a marrón, principalmente en *Lolium spp.*, *D. glomerata* y *F. pratensis* (Calderón, S. y Giraldo, C. 1996).

10. Renovación de Potreros

“En ocasiones, no es económico cambiar totalmente el pasto de un potrero, sino más bien es aconsejable mejorar el pasto existente mediante prácticas culturales sencillas, aplicación de fertilizantes y manejo racional” (Dugarte, M. y Ovalles, L. 1991).

El kikuyo se caracteriza por ser un pasto que responde bien a la fertilización sea esta química, orgánica y a metodologías agrícolas como la escarificación mecánica labranza cero donde se han logrado resultados positivos como respuestas del pasto a estas metodologías.

11. Manejo del Pastoreo

Los sistemas de lechería especializada en Colombia están basados en el pastoreo rotacional con cerca. Bajo este sistema, el acceso de los animales a la pastura está controlado mediante una cerca eléctrica móvil que es desplazada entre una y seis veces al día siendo más frecuente el desplazamiento de la cerca eléctrica dos veces diarias, luego de cada ordeño. El tamaño de la franja que es asignada en cada desplazamiento de la cerca, se calcula empíricamente considerando tanto el número de animales como la disponibilidad de la pradera (Correa, H. et al, 2008).

El pastoreo está basado en los días después del rebrote, Soto, C. et al. (2005), evaluaron dos edades de corte del pasto kikuyo (30 y 60 días) para determinar el efecto de la edad sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo, las edades de corte afectaron ligeramente la calidad nutricional del kikuyo a los 60 días el kikuyo puede conservar su calidad nutricional. De acuerdo a Bernal, J. y Espinosa, J. (2003), el pastoreo puede realizarse entre los 39 y 78 días después del rebrote.

12. Limitaciones

El kikuyo puede ser pastoreado en el estado de cuatro hojas pero existen ciertas limitaciones (Fulkerson, W. 2007).

El contenido de Magnesio y Calcio es bajo en las hojas de kikuyo y es más bajo en los rebrotes, pero incrementan con la madurez. El contenido de potasio es demasiado alto para los rumiantes, bloquea la absorción del magnesio por las vacas lo cual puede provocar fiebre de la leche y otros problemas metabólicos. El contenido de nitratos es alto, los nitratos son convertidos en nitritos en el rumen los cuales son tóxicos para algunos microorganismos y se reduce la digestibilidad. Niveles altos de nitratos (> 1500 ppm) puede causar problemas de toxicidad.

13. Composición Química y Valor Alimenticio

Según Soto, C. et al. (2005) el pasto kikuyo se caracteriza por su alto contenido de proteína cruda y bajo contenido de carbohidratos no estructurales. Esto se debe posiblemente a los altos niveles de fertilización nitrogenada a la que es sometido.

La composición química en base seca del kikuyo se muestra en el (cuadro 4).

Cuadro 4. VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO KIKUYO.

Parámetro	Kikuyo 20 cm Estado vegetativo
Grasa	1,5%
Materia seca	19,1%
Proteína	17,5%
Fibra cruda	4,9%
Elementos no nitrogenados	46,5%

Fósforo	0,3%
Calcio	0,25%

Fuente: Osorio, D. et al. (2006).

La composición química y contenido de nutrientes de la materia seca del kikuyo y requerimientos para vacas Holstein de 600 kg que producen 20 L día⁻¹ se muestra en el (cuadro 5).

Cuadro 5. LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LA MATERIA SECA DEL KIKUYO Y REQUERIMIENTOS PARA VACAS HOLSTEIN.

Nutriente	Kikuyo	Requerimiento Vaca 600kg
Energía Metabolizable (MJ kg MS ⁻¹)	9.6	10.3
Nitrógeno, %	3.9	2.4
Nitrato, %	0.5	0.1
Proteína Cruda, %	24.2	15.0
Fibra Detergente Acido, %	26.0	18.0
Fibra Detergente Neutro, %	64.0	45.0
Carbohidratos solubles en agua, %	2.8	
Calcio, %	0.4	0.5
Fósforo, %	0.3	0.3
Potasio, %	2.9	0.9
Magnesio, %	0.3	0.2
Sodio, %	0.1	0.2
Azufre, %	1.3	0.2

Fuente: Fulkerson, W. (2007).

14. Producción de Forraje

Ríos, N. (1998), reporta producciones de kikuyo variables dependiendo la fertilización química 2.61 – 3.22 t MS ha⁻¹ con la aplicación de 120 kg N ha⁻¹, 120 kg P ha⁻¹ y 120 kg K ha⁻¹ y rendimientos de 2.61 – 3.22 t MS ha⁻¹ y 0.99 – 1.34 t MS ha⁻¹ sin la aplicación de fertilización en la zona de Chillanes Bolívar.

El kikuyo es uno de los cultivos forrajeros conocidos que produce mayor cantidad de forraje, aun cuando los rendimientos pueden ser bajos si el manejo no es el

adecuado o no se fertiliza anualmente con nitrógeno (Dugarte, M. y Ovalles, L. 1991).

La producción del forraje del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) depende de la humedad del suelo y de la fertilidad que se le brinde al pasto, según lo mencionado se identifica que la mayor producción de forraje se da en época de invierno que en la de verano razón principal por un mayor porcentaje de macollamiento.

15. Usos

Su hábito de crecimiento y tolerancia al pastoreo intensivo hacen ideal al kikuyo para pasturas, aunque, se usa también para heno, corte en verde, ensilaje, henolaje (Barners, R. et al. 2007).

C. FERTILIZACIÓN

1. Fertilización de Pastos

La nutrición de las plantas es uno de los temas de la fisiología vegetal ampliamente estudiado. El suelo, en primera instancia, provee de algunos nutrientes fundamentales que son absorbidos por las plantas y trasladados hacia los centros vitales (Amstutz, H. 2000).

Es importante que los fertilizantes se distribuyan uniformemente en el suelo como sea posible con el fin de que cada planta tenga a su disposición la misma cantidad de nutrientes para su desarrollo. La fertilización puede incluir material orgánico como estiércol y compost y abonos inorgánicos de origen natural (Amstutz, H. 2000).

La aplicación de la mayor parte de los nutrientes necesarios para las praderas se hace por vía radicular, pero en algunos casos por aplicaciones foliares. De los 17 elementos esenciales, 14 son tomados por la planta directamente del suelo y los demás del aire y agua. Un suelo fértil y productivo debería tener todos los elementos esenciales para la planta en cantidades suficientes y proporciones balanceadas, pero cuando un suelo presenta contenidos bajos de uno o varios nutrientes, estos deben agregarse al suelo en forma de fertilizantes. (Bernal, J. y

Espinosa, J. 2003).

Paladines, O. e Izquierdo, F. (2007), sostienen que la fertilización (el uso de fertilizantes) es indispensable para mantener los niveles de producción deseados y constituye uno de los mayores costos de la producción pecuaria.

La fertilización según Paladines, O. e Izquierdo, F. (2007), se realiza en dos etapas:

Corrección inicial de los nutrientes; faltantes del suelo, corrección de nutrientes para llevar al suelo al nivel de fertilidad deseado según los objetivos del productor.

Mantenimiento de la fertilidad; devolviendo al suelo los nutrientes extraídos por las plantas y posteriormente consumidos por los animales o perdidos en los procesos propios del suelo.

En ambos casos la fertilización debe programarse y realizarse individualmente por potrero, y con un análisis de suelo previo.

2. Respuesta de los Pastos a la Fertilización

La respuesta de los pastos a la fertilización se expresa de diferente manera. El efecto más notable de la fertilización es el rendimiento de materia seca, esta respuesta es la que generalmente se analiza para demostrar los beneficios obtenidos, pero la aplicación de nutrientes también afecta a la calidad del forraje y el tercer efecto se manifiesta en el animal con el aumento en la producción de carne o leche, o por un incremento en la capacidad de carga. (Bernal, J. y Espinosa, J. 2003).

3. Importancia de la Fertilización

Como se conoce el pasto necesita fertilización adecuada para su desarrollo. Si se ha mantenido una fertilización adecuada del pasto, aunque se olvide hacer la fertilización una sola vez, el pasto va a seguir creciendo aunque no sea de plena forma. Lo más probable es que el pasto había almacenado una cantidad de los nutrientes del fertilizante dentro de sí mismo, y el suelo también había acumulado los componentes del fertilizante.

Sin embargo, si no se hace la fertilización, o la fertilización es muy poca, tanto el pasto como el suelo perderán su almacenamiento del fertilizante.

Para tener una producción de pasto estable, es importante que se mantenga un sistema de fertilización adecuado.

Generalmente, el pasto mejorado absorbe y utiliza el fertilizante más efectivamente que el pasto natural. Además, crece más rápidamente y abruma al pasto natural.

4. Funciones de los Nutrientes en las Plantas Forrajeras

Según León, R. (2003), los principales elementos nutricionales en pastos son:

a. Macroelementos

Son todos aquellos elementos químicos de características constantes que abundan en la naturaleza.

1) Nitrógeno (N)

El nitrógeno en las plantas varía entre el 1-5% del peso seco, en pastos se considera un contenido normal 3%, alto si es mayor al 4% y bajo si es menor al 2.9%.

Las plantas no leguminosas normalmente absorben el nitrógeno en las formas de NO_3^- y NH_4^+ , aunque la mayor parte es bajo la primera forma y se transforma en las hojas en NH_3^+ , luego en aminoácidos, y por último en proteínas, aumenta la cantidad de macollos, el tamaño de la hoja, el diámetro de las raíces y la relación parte aérea/raíz. Es decir que el N aumenta tanto la producción de materia seca como el contenido de proteína.

El N es parte integral de la molécula de clorofila, un adecuado suministro de N se refleja en un crecimiento vigoroso de la planta y un color verde del follaje. Cuando hay deficiencias de N la planta paraliza su crecimiento, se pone clorótica, de aspecto leñoso y fibroso. El N es uno de los principales macro elementos cuando se refiere a las gramíneas (León, R. 2003).

2) Fósforo (P)

El contenido de fósforo varía de 0.1-0.5% de la materia seca; se considera el contenido bajo menos del 0.21% y alto sobre el 0.44%. El fósforo forma parte de las nucleoproteínas, lípidos y fosfolípidos. Desempeña un importante papel metabólico en la respiración, fotosíntesis, y en la división y crecimiento celular. Además favorece el rápido desarrollo del sistema radicular y de la planta, fecundación de las flores, formación y maduración de las frutas, de los granos y de los órganos, de reserva por lo que adelanta la cosecha.

La planta absorbe el fósforo principalmente bajo la forma $H_2PO_4^-$ y HPO_4^{2-} , según el pH del suelo, el primero en medio ácido y el segundo en medio alcalino. La deficiencia de fósforo provoca en las plantas pérdida de color (color violáceo) donde se ven más afectadas las hojas viejas inferiores. Este color se debe a que la carencia de P favorece la acumulación de azúcares en las hojas lo cual a su vez favorece la síntesis de antocianinas, (color púrpura) (León, R. 2003).

3) Potasio (K)

El potasio varía del 0.2-5% del peso seco de la planta, menos de 1.96% se considera deficiente y alto sobre el 3.08%. El K es vital para la actividad enzimática, transporte de aguas y nutrientes, mantenimiento de la turgencia, síntesis de ATP, formación y translocación de azúcares y almidón, síntesis de proteínas, cierre y apertura estomática (regulación de agua en las plantas) y la neutralización de los ácidos grasos.

El potasio además da a la planta resistencia a las heladas, a las plagas y enfermedades y mejora la utilización de la luz en periodos fríos y nublados.

La planta toma el potasio en forma de ion K^+ , El K es muy móvil dentro de la planta, así en condiciones de deficiencia pueden translocarse rápidamente de tejidos viejos hacia los más nuevos o jóvenes, las hojas viejas se secan prematuramente a partir de los bordes (León, R. 2003).

4) Azufre (S)

Las plantas son deficientes cuando el contenido es menor del 0.25% de la materia

seca y alto cuando la concentración es mayor que 0.54%. El azufre forma parte de los aminoácidos (cistina, cisteína y metionina), proteínas, coenzimas A y de ciertas vitaminas (biotina, tiamina). Los síntomas de deficiencia de S son clorosis en los tejidos principalmente en las hojas jóvenes (León, R. 2003).

El azufre ayuda al crecimiento de raíces y desarrollo de semillas hace que las plantas sean resistentes a los fríos y que puedan crecer con más fuerzas.

5) Calcio (Ca)

En gramíneas, el contenido normal en la materia seca oscila entre 0.3-1% y en leguminosas entre 0.60-2.5%. El calcio es considerado como un corrector de la acidez, es un elemento constituyente de los tejidos principalmente de las hojas, forma parte de la lámina media de la pared celular como pectato de calcio. Además las gramíneas se favorecen con la corrección de la acidez en particular el kikuyo, pangola y pasto elefante (León, R. 2003).

La deficiencia de calcio disminuye la actividad y crecimiento de las yemas terminales y afecta el normal crecimiento de la parte aérea (hojas jóvenes) y raíces. Los puntos de crecimiento se dañan y mueren y se produce la pudrición de las flores o frutos desarrollados (León, R. 2003).

6) Magnesio (Mg)

En pastos se considera deficientes cuando el contenido es menor de 0.26% de la materia seca y alto cuando las concentraciones son mayores a 0.42%. El magnesio constituye el núcleo de la molécula de la clorofila, el pigmento verde que es factor indispensable en la función de la fotosíntesis y por lo tanto de la síntesis de carbohidratos y formación de aceites y grasas. La deficiencia de magnesio se detecta por marcada clorosis comenzando en las partes viejas de la parte aérea (León, R. 2003).

El Mg ayuda al crecimiento de las plantas a través de su actividad hormonal, el Mg se lo puede utilizar del suelo, de la materia orgánica y de los fertilizantes que se brinde a los pastos.

b. Microelementos

Brady, N. (2003), dentro de las sustancias nutritivas que precisan las plantas hay un grupo, los oligoelementos, que son considerados necesarios, aunque en cantidades muy pequeñas, para que las plantas puedan realizar correctamente sus funciones fisiológicas y crezcan satisfactoriamente.

1) Hierro (Fe)

Weil, R. (2002), menciona que esencial para la síntesis de clorofila, catalizador en reacciones químicas y forma parte de los citocromos de la respiración celular. En suelos calcáreos hay gran escases.

Es catalizador en la formación de clorofila y reacciones enzimática; actúa como transportador de oxígeno, es constituyente de los pigmentos respiratorios conocidos como citocromos (porfirinas) (León, R. 2003).

2) Manganeso (Mn)

Mortvedt, J. (2003). Manifiesta que interviene en la fotólisis del agua, durante el proceso de fotosíntesis en las plantas. Su presencia es fundamental para la activación de muchas enzimas que intervienen en el ciclo de Krebs.

Interviene en el metabolismo del fósforo y el nitrógeno, desarrolla un papel directo en la fotosíntesis y ayuda a la síntesis de la clorofila. Los síntomas de deficiencia son por alto contenido de materia orgánica y en suelos con pH alcalino; también de un desbalance con otros nutrientes (León, R. 2003).

“Niveles altos de manganeso tienen un efecto adverso en la simbiosis más que en la planta. El encalamiento ayuda a neutralizar esta toxicidad y niveles altos de fósforo favorecen la absorción del manganeso” (Malavolta, E. et al. 1997).

3) Cobre (Cu)

Cox, F. (2002), es importante en el crecimiento de las plantas como activador enzimático y en el metabolismo de proteínas. Su deficiencia causa necrosis en las hojas, frutos irregulares y de color pardo rojizo.

4) Zinc (Zn)

Nelson, D. (2005), señala que actúa como catalizador en la formación de auxinas de crecimiento, su carencia se produce por un excesivo pH. Su deficiencia inhibe la síntesis de proteínas y fundamentalmente el crecimiento.

5) Boro (Bo)

Elrick, D. (2004), está presente en los suelos tanto en forma orgánica como inorgánica. Es componente esencial de algunas enzimas. Es muy importante en la producción de cultivos forrajeros, debido a la incidencia en el ciclo del N y por sus efectos tóxicos en animales.

El B es absorbido del suelo como ion H_3BO_3 y $B(OH)_4$. El B se encuentra en la pared celular (yemas, flores, germinación y crecimiento del tubo polínico). La deficiencia de boro provocan deformación y muerte de los puntos de crecimiento, las hojas aparecen enrolladas, tallos ásperos, y se rajan con frecuencia, afecta la floración y los frutos no cuajan ayuda a contribuir en la formación de los carbohidratos y ayuda al desarrollo de semillas y frutos.

6) Molibdeno (Mo)

Tanji, K. (2003), indica que la planta requiere cantidades muy pequeñas de molibdeno sin embargo su presencia es importante ya que interviene en la fijación de nitrógeno que se produce por la asociación *Rhizobium leguminosa*. Su deficiencia causa marchites moteada en las hojas, su exceso puede causar toxicidad en los animales.

7) Cloro (Cl)

Cole, A. (2004), su rol es todavía poco claro, sin embargo, se conoce que interviene en la fotosíntesis y en el desarrollo de las raíces. Es absorbido por las plantas en mayores cantidades que cualquier otro micronutriente, a excepción del hierro.

El cloro está involucrado en las reacciones energéticas de la planta específicamente en la disolución química del agua en presencia de la luz solar,

regula la acción de las celdillas estomáticas de protección controlando la pérdida de agua y el estrés de humedad, reduce el efecto de las enfermedades radiculares (León, R. 2003).

8) Níquel (Ni)

Se ha reportado que la función principal del Ni en la planta es participar como cofactor de la ureasa interviniendo de esta forma en el metabolismo del N al desdoblar la urea. En ausencia de Ni se puede presentar intoxicación de urea. No se conoce la concentración optima del Ni requerida por las plantas, que pudiera ser menor que la del MO (INPOFOS, 2003).

5. Fertilización Foliar

La fertilización foliar es un método confiable para la nutrición de las plantas cuando la nutrición proveniente del suelo es ineficiente. Se ha considerado tradicionalmente que la forma de nutrición para las plantas es a través del suelo, donde se supone que las raíces de la planta absorberán el agua y los nutrientes necesarios. Sin embargo, en los últimos años, se ha desarrollado la fertilización foliar para proporcionar a las plantas sus reales necesidades nutricionales (Ronen, E. 2002).

Cuando decidimos utilizar fertilizante foliar en una pastura lo hacemos con la esperanza de "ganar" forraje extra para obtener un beneficio económico por la práctica. Cuanto más conozcamos al recurso y a la respuesta a la fertilización foliar mayor probabilidad tendremos de impactar en forma positiva en la producción de forraje y transformar a la fertilización foliar en una estrategia a incorporar en el manejo de las pasturas, es una práctica que, en los últimos años, se está difundiendo en los establecimientos ganaderos (Martín, B. y Spiller, L. 2007).

a. Factores que se Relacionan con la Fertilización

Martín, B. y Montico, S. (2006), afirman que para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tener en cuenta tres factores que se relacionan con:

1) La Formulación Foliar

Hay que precautelar la adecuada concentración del producto y el pH de la solución, adición de coadyuvantes y tamaño de la gota del fertilizante por asperjar.

2) El Ambiente

Hay que tener en cuenta los siguientes factores ambientales luz, humedad relativa y hora de la aplicación. Se recomienda aplicar en horas del atardecer o en horas tempranas de la mañana, evitando las altas temperaturas y la fertilización con pronóstico de lluvias dentro de las 24 o 48 horas.

3) Las especies que integran las pasturas

En general los pastos son jóvenes o están en activo crecimiento luego de un pastoreo o corte, son las que tienen mayor capacidad de absorción.

Estas consideraciones indican que la fertilización foliar debe ser específica, de acuerdo con el propósito para las pasturas.

Según Ronen, E. (2002), mediante la aplicación foliar se superan las limitaciones de la fertilización del suelo tales como la lixiviación, la precipitación de fertilizantes insolubles, el antagonismo entre determinados nutrientes, los suelos heterogéneos que son inadecuados para dosificaciones bajas, y las reacciones de fijación/absorción como en el caso del fósforo y el potasio.

Si bien los resultados obtenidos en estudios realizados sobre este tema son parciales, se consideran satisfactorios por el aumento en la producción de materia seca. Aún se debe evaluar con mayor profundidad el momento más adecuado de aplicación. Posiblemente se tendría que pensar en una estrategia de uso que esté en función de las diferentes etapas de crecimiento de la pastura y aplicar el formulado de producto más adecuado. Esto permitiría la “diferenciación” en cuanto a la demanda de las especies y hacer más eficiente la respuesta en el crecimiento (Martín, B. y Spiller, L. 2007).

6. Dosis y Aplicación

Las dosis de fertilizante necesarias para cubrir los requerimientos de nutrientes varían de acuerdo a la especie de pasto que se va a fertilizar y con el contenido de nutrientes determinado por el respectivo análisis de suelo. Cuando se aplican dosis inferiores a las requeridas la respuesta se manifiesta en un pobre rendimiento de forraje de baja calidad, y si la dosis es demasiado alta se obtiene buena producción total y buena calidad, pero la aplicación de fertilizante no es económica. (Bernal, J. y Espinosa, J. 2003).

7. Época de Aplicación

Bernal, J. y Espinosa, J. (2003), afirma que los forrajes son plantas que permanecen en continuo crecimiento, por lo tanto, necesitan un suplemento frecuente de nutrientes. Para que la aplicación de fertilizante sea eficiente es necesario considerar el desarrollo de la planta.

En suelos muy pobres o de textura gruesa es aconsejable fraccionar la aplicación de fertilizante. Para esto se divide el requerimiento total, aplicando alrededor de un tercio poco después del corte o pastoreo, y el resto en la época de crecimiento activo.

D. ÁCIDOS HÚMICOS Y FÚLVICOS

Dentro de las sustancias que mejoran las características químicas y las propiedades físicas del suelo están los ácidos húmicos y fúlvicos los cuales mejoran la estructura y la estabilidad del suelo, mejoran la capacidad de retención del agua, incrementan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, benefician la actividad de la flora microbial aumentando la fermentación del suelo (López, R. 2008).

1. Ácidos Húmicos

a. Definición de los Ácidos Húmicos

Las sustancias húmicas son consideradas como complejas agrupaciones macromoleculares en las que las unidades fundamentales son compuestos

aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en la biomasa.

González, N. (2006), señala que los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. El ácido húmico influye la fertilidad del suelo por su efecto en el aumento de su capacidad de retener agua. Los ácidos húmicos contribuyen significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo resultando en crecimiento excepcional de la planta y en el incremento en la absorción de nutrientes.

b. Historia de los Ácidos Húmicos

El estudio de la materia orgánica del suelo se inició en la segunda mitad del siglo XVIII, con los trabajos de Walerius que analizó la formación del humus a partir de la descomposición de las plantas, el mismo que hace mención de la capacidad de retención de agua, sustancias nutritivas, etc.

Según Romera, M. (sa) asegura que a finales del siglo XIX se analiza la posibilidad de la asimilación directa por el vegetal de las sustancias húmicas y la participación de éstas en la nutrición de las plantas.

Se ha establecido la posibilidad de ingreso de sustancias húmicas y de algunos compuestos orgánicos de naturaleza individual en la planta, donde se incorporan a los procesos de respiración y metabolismo, elevando el "tonus vital" del organismo vegetal. Esto último contribuye a intensificar el consumo de elementos nutritivos del suelo de los fertilizantes aportados y, en definitiva, asegura un mejor desarrollo de la planta. De este modo, creando con ayuda de la materia orgánica un fondo biológicamente activo, el hombre tiene la posibilidad de intervenir en el metabolismo de los vegetales, teniendo como fin la elevación de la productividad.

c. Naturaleza Química de los Ácidos Húmicos

A pesar del considerable progreso experimentado por la química del humus en los últimos veinte años, la estructura de la materia orgánica del suelo continúa sin ser conocida en su mayor parte. Aunque muy probablemente se requieran otros

veinte o treinta años para obtener un modelo válido de los sistemas coloidales del humus, en la actualidad se asiste al desarrollo creciente de investigaciones que se encontraban limitadas por la aplicación generalizada de planteamientos procedentes de la química de la lignina y del carbón.

d. Origen

Durante el proceso de carbonización de los bosques tropicales del hemisferio norte hace aproximadamente 300 millones de años, se dio lugar a la formación de lechos de carbón lignito. Sobre esta masa sólida se acumuló materia orgánica y se llevó a cabo un proceso de compactación en el que se exprimió los ácidos y ésteres orgánicos presentes en la vegetación formando una laguna que se secó y añejó dando lugar al esquisto “Leonardita”, la cual es una forma oxidada de lignito, y son los constituyentes principales de materia orgánica vegetal en un estado avanzado de descomposición.

La misma fuente manifiesta que la humificación es un proceso evolutivo por el cual la materia orgánica se va transformando, primero en humus joven, para pasar a humus estable hasta llegar a la definitiva mineralización formando el ácido húmico.

Los ácidos húmicos derivados de Leonardita son muy estables, su grado de oxidación y los componentes son más uniformes.

e. Composición

Los ácidos húmicos, como componentes fundamentales del humus se clasifican, por sus propiedades químicas en humina, ácido fúlvico, ácido hematomelánico y ácidos húmicos I y II. Todos estos a su vez, derivan de la descomposición de: hidratos de carbono como glúcidos, celulosa, hemicelulosas y almidones, perteneciendo estos tres últimos a la categoría de macromoléculas; descomposición de proteínas degradables; descomposición de la lignina. (Gilliavod, N. sa)

Mientras que Navarro, G. (2000), afirma que en los suelos biológicamente activos, las sustancias húmicas se encuentran integrando mezclas complejas con los

compuestos húmicos de neoformación.

En todo horizonte húmico puede hallarse en proporciones variables lo siguiente:

- Restos poco descompuestos, con estructura fibrosa.
- Productos intermedios, como la lignina medianamente lignificada, liberada por la desaparición de la celulosa.
- Complejos coloidales
- Compuestos solubles en estado de mineralización o polimerización.

f. Efectos de los Ácidos Húmicos

Para las funciones que el ácido húmico desarrolla en el suelo son de tipo químico, físico y biológico (Navarro, G. 2000).

1) Físicos

Navarro, G. (2000), resume otros efectos físicos que se anotan a continuación:

- Mejora de la estructura del suelo ya que la estabiliza.
- Mejora la capacidad de retención de agua y aireación, porque se mejora la porosidad del suelo.
- Aumentan la fuerza cohesiva de partículas finas (menor erosión).
- Le proporciona al suelo un color oscuro, lo cual favorece la absorción de los rayos solares y por lo tanto el aumento de la temperatura.
- Debido a su débil calor específico, se calienta o enfría lentamente, de lo que resulta que la arena está más fría en verano y más caliente en invierno, actúa por tanto como un moderador de variaciones de temperatura en el suelo.

2) Químicas

Para Navarro, G. (2000), los efectos químicos más destacados son:

- Debido a interacciones entre moléculas orgánicas, afecta la bioactividad, la resistencia y la biodegradabilidad de los pesticidas, modificando la cantidad de los mismos necesaria para un control efectivo.

- Mediante su poder quelatante mejora la disponibilidad para las plantas superiores de los micronutrientes.
- Mediante su poder tampón, ayuda a mantener una reacción (pH) uniforme en el suelo.
- Reducen la salinidad al secuestrar el catión Na^+ .
- Presenta un poder amortiguador y hace aumentar su capacidad de intercambio catiónico, lo que trae consigo el incrementar considerablemente la reserva de los elementos nutritivos para la planta.
- Ejerce una acción compensadora entre aniones y cationes en la disolución del suelo.
- Permite la formación de complejos fosfo-húmicos, manteniendo al fósforo en estado asimilable para la planta, a pesar de la presencia de caliza y hierro.

3) Biológicas

Para Navarro, G. (2000), los efectos biológicos más destacados son:

- Sirve de soporte a una multitud de microorganismos, que hacen del suelo un medio vivo. Estos microorganismos, que viven a expensas de él y contribuyen a su transformación, son tanto más numerosos y activos cuanto mayor cantidad existe en el suelo, por lo que los ácidos húmicos son verdaderamente el fundamento de la actividad microbiana de los suelos.
- Los ácidos húmicos ayudan en el transporte de micronutrientes hasta la raíz de la planta.
- Incrementan hasta en un 25% la disponibilidad de nitrógeno, ya que aumentan las bacterias nitrificantes y fijadoras de nitrógeno e interfiere con la degradación del nitrógeno inorgánico.

4) En la planta

Al respecto Navarro, G. (2000), manifiestan que el humus muestra las siguientes acciones específicas sobre la fisiología de las plantas.

- Acción rizógena, favoreciendo la formación y el desarrollo de las raíces, no sólo principales, sino también las secundarias.

- Acción estimulante, que se traduce en una mayor absorción de los nutrientes, acompañada de una mejor utilización de los mismos por parte de la planta.
- Favorecen la capacidad germinativa de las semillas.
- Debido a la presencia de sustancias húmicas en el suelo, permite un aumento en el rendimiento de los cultivos, ya que éstas tienen una acción importante sobre la utilización del nitrógeno por la planta.
- Aumenta el nivel brix, porque se mejora la disponibilidad de nutrientes.
- Aumenta la producción hormonal, tiene efecto estimulador similar al de las auxinas.
- Aumenta la permeabilidad de las membranas: se mejora la permeabilidad celular, pues se estimula la producción de auximonas, lo que promueve una mejor absorción foliar y radicular.
- Aumenta la respiración: aumenta la entrada de oxígeno y la salida de CO₂.
- Aumenta la fotosíntesis: aumenta la producción de clorofila, carotenos y xantofilas.
- Mejoran la calidad de la planta y su fruto.

2. Ácidos Fúlvicos

Solís, D. (2006), manifiesta que fúlvico procede de la palabra “fulvus”, amarillo, en referencia al color que suelen mostrar. Los efectos de los ácidos fúlvicos son visibles principalmente en la parte subterránea de las plantas, ya que poseen un extraordinario poder estimulante en la raíz. Por esta razón son utilizados como enraizantes.

a. Estructura de los Ácidos fúlvicos

Los ácidos fúlvicos tienen en estructurales similares a los de los ácidos húmicos y se caracterizan por la presencia de una fracción nuclear poco pronunciada con predominio de cadenas laterales y pertenecen al grupo de los ácidos didroxicarboxílicos teniendo una alta capacidad de intercambio catiónico de hasta 700meg/100g de sustancias.(kononova,1982).

Los ácidos fúlvicos son compuestos que están constituidos por dos grupos que son: carboxílicos y fenólicos, estos grupos pueden absorber cationes cuando

están en forma libre, siendo los cationes bivalentes los que se adhieren con mayor fuerza a la carga negativa. Los ácidos fúlvicos son compuestos de bajo peso molecular, su color puede variar de amarillo a oscuro; en lo que la acidez total y el contenido en $-\text{COOH}$, es mayor que en los ácidos húmicos, al igual que la tendencia a retener metales, formando sales o por la formación de quelatos y complejos de metales con sustancias húmicas pueden variar apreciablemente en su disponibilidad, por ejemplo se ha comprobado que los complejos de Fe con ácidos fúlvicos transfieren más fácilmente el Fe a la planta (Stewart, 1982).

Los ácidos fúlvicos se distinguen de los ácidos húmicos en que tienen una coloración más clara por un contenido relativamente más bajo en carbono y su mayor contenido de oxígeno. Influyen en el desarrollo de las raíz así como también en la iniciación de la raíz a partir del hipocotilo en frijol, ya que esta se ve estimulada con tratamientos de estos ácidos a baja concentraciones (kononova, 1982).

b. Beneficios de los Ácidos Fúlvicos

Los ácidos fúlvicos y húmicos estimulan: la germinación de varias variedades de semilla cultivadas, el crecimiento de las plantas aumentando su vigor, estimula la absorción y promueve la penetración y transporte activo de los nutrientes a nivel membrana fundamental de células foliares y radicales.

Los ácidos fúlvicos tienen importancia en la producción de iones minerales, son también reconocidos por su habilidad de hacer vitaminas y minerales, absorbibles por las planta.

El ácido fúlvico es el que hace que los minerales sea 100% biodisponible, los minerales son transformados a una forma iónica o asimilable para las plantas a través de un proceso químico natural involucrado ácido fúlvico y fotosíntesis esto lo hace seguro para ser usado tanto en humano como en animales (Gutiérrez, 2000).

Los productos de alta solubilidad a base de sustancias fúlvicas de origen vegetal que muestran las siguientes características. Favorece la asimilación de nutrientes y de reguladores de crecimiento aplicados foliarmente.

Hace más efectiva la actividad biológica de productos sistemáticos para el control de plagas, enfermedades y malezas al facilitar la absorción y translocación en la planta. Forma complejos nutricionales disponibles con los elementos mayores. Incrementa la permeabilidad de las membranas celulares facilitando la entrada de nutrientes.

Posee además la cualidad de considerarse un mejorador de suelo, ya que, físicamente favorece a la estructura, contribuyendo como factor de agregación en la disposición de las partículas elementales, para formar partículas de mayor tamaño y obtener las ventajas de un mayor flujo de agua y de aire en las raíces.

Dichas propiedades hacen en definitiva que los ácidos fúlvicos favorezcan el crecimiento de la planta ya sea que éstos sean suministrados radicularmente o foliarmente donde de una manera más directa se aumenta la absorción de los nutrientes o productos con los cuales sea combinado (como plaguicidas sistémicos) donde actúa como sinergista, lográndose una mayor eficiencia.

3. ECO-HUM DX

a. Descripción del Producto

Es un producto ecológico a base de sustancias húmicas concentradas y actúa como bioestimulante foliar y radical, mejorando el balance nutricional de los cultivos. Además de las sustancias húmicas, ECO-HUM DX viene enriquecido con N, P, K, Mg y B (FARMAGRO, 2014).

b. Composición Química

La composición del abono orgánico comercial (ECO-HUM DX) se detalla en el (cuadro 6).

Cuadro 6. COMPOSICIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMERCIAL ECO-HUM DX.

Componentes	
Humatos, fulvatos y ácido himatomelánico	12%
Nitrógeno	8%

Potasio	6%
Fósforo	6%
Magnesio	0,5%
Boro	20 PPM
Coloides inorgánicos	1%
Ingredientes inertes	66,5%
Total	100%

Fuente: FARMAGRO, (2014).

c. Mecanismo de Acción

Después de aplicar el producto, las sustancias húmicas de bajo peso molecular se adhieren a la superficie de las hojas y aumentan la permeabilidad de la membrana celular. Este aumento reactiva el transporte de los iones a diferentes órganos de la planta.

Al ser regulador de crecimiento, también promueve la elongación de la raíz, fortalece la pared celular y aumenta la cantidad de pelos radicales necesarios para un mejor aprovechamiento del agua y los nutrientes (FARMAGRO, 2014).

d. Compatibilidad

Este producto se puede aplicar mezclado con fertilizantes foliares y la mayoría de plaguicidas, respetando las indicaciones propias de cada uno de los productos.

Al tener un efecto potencializador sobre otros productos, no se recomienda mezclar ECO-HUM DX con aquellos productos que puedan causar fitotoxicidad a los cultivos.

e. Beneficios

- La planta se fortalece por lo cual se desarrolla mejor bajo condiciones de estrés y se torna más resistente a enfermedades.
- Incrementa el desarrollo y la coloración del área foliar.
- Promueve el desarrollo radical.
- Favorece la floración y el desarrollo del fruto.

- Reduce el ciclo del cultivo y la cantidad de fertilizantes requerida para la obtención del producto final.
- Estimula y acelera el proceso de germinación.
- Reduce el estrés hídrico regulando la transpiración por las hojas.
- Este producto se puede aplicar mezclado con fertilizantes foliares y plaguicidas (respetando siempre las indicaciones propias de dichos productos).

f. Dosis y Recomendaciones de Uso

Para detalle de la dosis y recomendaciones de principales cultivos de ciclo corto y anuales del Abono Orgánico Comercial Eco Hum DX se representa en el (cuadro 7).

Cuadro 7. DÓISIS Y RECOMENDACIONES DE USO DEL ABONO ORGÁNICO COMERCIAL ECO-HUM DX.

Cultivos	Dosis l/ha	Modo de aplicación	Frecuencia
Perennes	1,5 – 2	Foliar	De 1 a 3 meses
Anuales	1 - 1,5	Foliar	De 1 a 2 meses
Ciclo corto	1 - 1,5	Foliar	A los 15, 30 y 45 días post siembra
Como enraizador	20 ml/l de agua	Foliar	Semanal
Tratamiento de esquejes	20 ml/l de agua	Remojar durante 10 min	Antes de la siembra

Fuente: FARMAGRO, (2014).

E. FITOHORMONAS

Según Lluna, R. (2006), las fitohormonas u hormonas vegetales son unas sustancias orgánicas que se encuentra a una muy baja concentración, y que se sintetizan en un determinado lugar de la planta, se trasloca a otro, que es donde ejerce sus efectos reguladores, pero todavía no se conoce el mecanismo preciso mediante el cual funcionan.

1. Hormonas Reguladoras del Crecimiento

Barcelo, C. (2005), señala que las hormonas que proporcionan los fertilizantes orgánicos son tres auxinas, giberelinas y citoquininas, las cuales son hormonas reguladoras del crecimiento, es decir por acción de estas hormonas se estimula el

crecimiento, división y elongación celular.

a. Auxinas

Paponov, I. (2005), indica que el nombre auxina significa en griego "crecer" y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación. El ácido indolacético (IAA) es la forma predominante, sin embargo, evidencia reciente sugiere que existen otras auxinas indólicas naturales en plantas. La Auxina es miembro de un grupo de hormonas vegetales; son sustancias naturales que se producen en las partes de las plantas en fase de crecimiento activo y regulan muchos aspectos del desarrollo vegetal. Afectan al crecimiento del tallo, las hojas y las raíces y al desarrollo de ramas laterales y frutos.

Las auxinas han sido implicadas en la regulación de numerosos procesos fisiológicos como son el crecimiento y diferenciación celular, por lo tanto el crecimiento en longitud de la planta, estimula la floración, retarda la caída de las hojas y promueve la dominancia apical.

b. Giberelinas

Fleet, C. (2005), menciona que las giberelinas son un tipo de regulador de crecimiento que afecta a una amplia variedad de fenómenos de desarrollo en las plantas, incluidas la elongación celular y la germinación de las semillas. El nombre se debe a un hongo del género *Gibberella*. Científicos japoneses descubrieron que dicho hongo segregaba una sustancia química que hacía que los tallos de arroz infectados alcanzaran gran altura antes de caer, conocida como bakanea o "plántulas tontas".

Perez, F. (2002) manifiesta que las giberelinas estimulan la división celular afectando tanto a las hojas como al tallo, los tallos se vuelven más largos, retarda la senescencia de las hojas y estimula la germinación de semillas.

c. Citoquininas

Kakimoto, T. (2003), dice que los diferentes tipos de citoquininas son Zeatina, Kinetina y Benziladenina (BAP). Las citoquininas se sintetizan en los meristemos apicales de las raíces, aunque también se producen en los tejidos embrionarios y

en las frutas. Rojas, G. (2003), señala que las citoquininas son hormonas que promueven la división celular de los tejidos no meristemáticos, estimula el crecimiento de yemas laterales, promueve la movilización de los nutrientes hacia las hojas y promueve la expansión celular en las hojas.

2. Efecto de las Fitohormonas

Estas hormonas vegetales promueven, inhiben o cambian los procesos morfológicos o fisiológicos del vegetal (Revista el Agro, 2009).

A continuación se sintetizan los efectos y el lugar de producción de las cinco principales fitohormonas como se muestra en el (cuadro 8).

Cuadro 8. EFECTO DE LAS HORMONAS VEGETALES Y SU LUGAR DE PRODUCCIÓN.

Hormonas Vegetales	Lugar de Producción	Efectos
Auxinas	Ápices del tallo	Crecimiento apical longitud de la planta. Intervienen en la aparición de raíces en los esquejes de tallos.
Citoquininas	Transporte por el xilema desde los ápices de las raíces a los brotes en semillas y frutos.	Desarrollo brotes. Detiene caída de las hojas. Retrasa el envejecimiento y caída de hojas.
Giberelinas	Transporte por el floema desde los Meristemos del tallo a toda la planta.	Formación de flores y frutos. Germinación semillas Alargamiento de tallo a nivel de entrenudos.
Ácido Abscísico	Transporte por el floema desde las hojas a los meristemos apicales.	Inhibe el crecimiento de la planta, germinación de semillas y desarrollo de yemas.
Etileno	Frutos También en: Tallos, Hojas, Raíces, Flores	Promueve la caída de las hojas. Inhibe el crecimiento de la planta. Favorece la caída de las hojas, flores y frutos. Acelera maduración de los frutos.

Fuente: Educa Madrid, (2009).

3. Enraizador Utilizado

Los enraizadores utilizados en el presente trabajo fueron:

a. Descripción del Producto

1) RaízPlant 500

El Surco. (2011), indica que es un fertilizante enraizador especialmente diseñado para inducir y estimular el desarrollo radicular y el engrosamiento de tallos en la producción de plántulas, trasplantes, estacas ya enraizadas y árboles frutales. Su formulación está perfectamente balanceada permitiendo una interacción positiva entre el complejo hormonal y los nutrientes lográndose con ello un mejor brote de raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso de las plántulas.

El alto contenido de Fósforo y Potasio, favorecen el desarrollo de raíces, así como de tallos y hojas; lográndose ventajosamente aplicar dirigido al suelo o bien en aplicaciones al follaje. La aplicación permite obtener plantas más vigorosas al incrementar significativamente la densidad de las raíces, las plantas tratadas obtienen el agua y nutrientes del suelo que normalmente no son alcanzadas por las raíces.

2) Composición Porcentual

El análisis de la composición del Fertilizante Enraizador RaízPlant 500 se detalla en el (cuadro 9).

Cuadro 9. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE RaízPlant 500.

Ingredientes activos	Porcentaje (%)
Nitrógeno N	4,8
Fósforo P ₂ O ₅	22,0
Potasio K ₂ O	15,5
Magnesio Mg	0,3
Azufre S	0,4
Boro B	150,0 ppm
Ácidos húmicos y fúlvicos	2,0
Penetrantes	3,0
Fitohormonas	500,0 ppm

Fuente: El Surco, (2011).

3) Dosis y Recomendaciones de Uso

Para detalle de la dosis y recomendaciones del Fertilizante Enraizador RaízPlant 500 se detalla en el (cuadro 10).

Cuadro 10. DÓSIS Y RECOMENDACIONES DE USO DE RaízPlant 500.

Dosis	Época de aplicación
0,5 a 1,5 litros por 100 m ² .	Producción de plántulas de invernaderos o almácigos. Aplicar en el agua de riego una vez por semana, iniciando las aplicaciones en la primera semana de aplicación.
0,5 a 2,0 litros por cada 100 litros.	Trasplante en campo. Aplique de 50 a 100 ml de solución por planta al momento del trasplante, usando las dosis altas, en frutales en general. Repetir el tratamiento tres veces mínimo a intervalos de 15 días.
2,0 a 4,0 litros por ha.	Riego por goteo. Aplique el producto disuelto en agua de riego iniciando en la primera semana después del trasplante. Repetir el tratamiento tres veces mínimo a intervalos semanales.
2,0 a 5,0 litros por ha.	Frutales establecidos. Aplique un litro de la solución por cada metro de altura del árbol distribuyéndose homogéneamente en el área radicular. Riegue inmediatamente después de la aplicación.
1,0 a 3,0 litros por ha.	Foliar. Aplique el producto en solución al 1% en el agua de aspersión iniciando en la primera semana después del trasplante. Repetir el tratamiento cuatro veces mínimo, a intervalos semanales.

Fuente: El Surco, (2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se llevó a cabo en la Parroquia Bilbao, perteneciente Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo, la misma que tuvo una duración de 90 días los mismos que fueron distribuidos conforme a la necesidades de tiempo para cada actividad, iniciando en la toma homogénea de muestras de suelo para su respectivo análisis, corte de igualación del pasto establecido, aplicación de los tratamientos en estudio, toma de datos, análisis bromatológico y análisis final de suelo.

Las condiciones meteorológicas del área donde se efectuó la investigación se reportan en el (cuadro 11).

Cuadro 11. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN BAÑOS.

Parámetros	Valores
Temperatura °C	14,4 a 24,1
Precipitación, mm/año	1226,7
Humedad relativa, %	83

Fuente: INAMHI, (2014).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Dentro del diseño del experimento se empleó 20 unidades experimentales, que abarcaron una dimensión de 50 m² (10×5 metros en parcela útil), las parcelas de experimentación fueron distribuidas en los cuatro tratamientos y cada uno con cinco repeticiones, teniendo una superficie neta de experimentación total de 1000m².

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

1. Materiales

- Bomba de agua.
- Cuadrante de 1m².
- Cinta adhesiva.
- Cinta métrica.
- Desbrozadora (guadaña).
- Estacas de madera.
- Fundas plásticas.
- Hoz.
- Letreros de señalización.
- Martillo.
- Palos.
- Piola.

2. Equipos

- Balanza en kg.
- Cámara Digital Fotográfica.

- Computadora Personal.
- Dispositivo de Almacenamiento USB.
- Estufa.
- Mufla.

3. Insumos

- Agua.
- Abono Orgánico Comercial Eco Hum DX.
- Fertilizante Enraizador RAIZPLANT 500.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se analizó la tasa de productividad *P. clandestinum* (kikuyo), por respuesta de la aplicación de Abono Orgánico Comercial más una base de Fertilizante Enraizador, comparándola con un testigo (sin adición de Abono Orgánico Comercial más una base de Fertilizante Enraizador), para lo cual se contó con cuatro tratamientos experimentales, cada uno de los cuales tuvo cinco repeticiones, por lo que las unidades experimentales se distribuyó bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).

La ecuación que se utilizó para la presente investigación fue la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ijk} = Valor del parámetro en determinación.
- μ = Media general.
- α_i = Efecto de los tratamientos (Tipo de abono orgánico).
- β_j : Efecto de los bloques.
- ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental.

El esquema del experimento que se empleó en esta investigación que se llevó a cabo en la Parroquia Bilbao se representa en el (cuadro 12).

Cuadro 12. ESQUEMA DE EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	TUE (m ²)	Repeticiones	Área (m ²)
Testigo	T0	50	5	250
Heco-Hum Dx (1 Lt/Ha) + Raizplant-500 (3 Lts/Ha).	T1	50	5	250
Heco-Hum Dx (2 Lts/Ha) + Raizplant-500 (3 Lts/Ha).	T2	50	5	250
Heco-Hum Dx (3 Lts/Ha) + Raizplant-500 (3 Lts/Ha).	T3	50	5	250
TOTAL				1000

Fuente: Rosero, R. (2016).

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones que se tomó en cuenta en la investigación fueron:

- Análisis de suelo inicial y final.
- Profundidad de la raíz en (cm).
- Altura de planta en (cm), 15, 30 y 45 días.
- Producción de forraje verde a los 45 días Tn/Ha/Corte.
- Producción de forraje en materia seca a los 45 días Tn/Ha/Corte.
- Composición nutricional a los 45 días del *P. clandestinum* (kikuyo).
- Análisis beneficio costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis estadísticos, el mismo que se valoró por el procedimiento ADEVA (procesando los datos obtenidos en el Software estadístico SAS Versión 9,1), y se identificó la separación de medias utilizando el método de Tukey ($p < 0,05$).

El esquema de análisis de varianza que se utilizó para la experimentación se reporta en el (cuadro 13).

Cuadro 13. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

Fuente de variación	Grados de Libertad
Total	19
Tratamientos (Abono Orgánico más Fertilizante Enraizador)	3
Bloques	4

Error experimental	12
Fuente: Rosero, R. (2016).	

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental se realizó en una pradera establecida, conformada por *P. clandestinum* (kikuyo).

Las primeras labores que se realizó en la investigación fueron la preparación de 20 unidades experimentales de 50 m², dando una superficie total de 1000m².

Se tomó muestras de suelo para su análisis inicial.

Se realizó el corte vertical del suelo antes de aplicar los tratamientos experimentales de esta forma se midió la profundidad radicular (cm) de la pradera conformada por *P. clandestinum* (kikuyo).

Se realizó el corte de igualación, a una altura de 5 centímetros en todas las parcelas, luego del corte de igualación se aplicó foliarrmente los tratamientos Abono Orgánico Comercial más una base de Fertilizante Enraizador con sus respectivas dosis.

Durante el desarrollo vegetativo de la pradera establecida se tomó las mediciones experimentales como la altura (cm), a 15, 30 y 45 días, luego se realizó el primer corte y se midió la producción de forraje verde y materia seca.

Al culminar el trabajo experimental se realizó el corte vertical del suelo y se midió la profundidad radicular (cm) de la pradera conformada por *P.clandestinum* (kikuyo).

Al término de la investigación se tomó muestras de suelo para su análisis.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis de suelo.

Para la identificación de la composición del área en estudio la muestra del suelo

se tomó antes y después de la investigación, esta muestra homogénea y representativa se tomó de 10 a 15 cm de profundidad del suelo para su análisis correspondiente.

2. Profundidad de la raíz en (cm).

Para la identificación de este parámetro se evaluó antes y después de la investigación, el mismo que consistió en la medición de la profundidad radicular (cmb), tomada desde la superficie del suelo, se pasó el colchón rizomatoso hasta la base de las raíces.

3. Altura de planta en (cm), 15, 30 y 45 días.

Dicho parámetro consistió en la medición de la altura de la planta a los 15, 30 y 45 días post aplicación de tratamientos evaluado desde la superficie del suelo, hasta la media terminal de la hoja más alta, se expresó en cm.

4. Producción de forraje verde Ton/Ha/Corte.

Se midió la producción primaria de las parcelas cortando 1 m² que es el área que comprende el cuadrante que será lanzado en el área de las unidades experimentales, dejando para el rebrote a una altura de 5 cm. El forraje verde fresco fué evaluado y pesado en una balanza de precisión, este peso obtenido se relacionó con el 100 % de la parcela, y posteriormente se estimó la producción en tn de forraje verde por ha.

5. Producción de forraje en materia seca Tn/Ha/Corte.

Del forraje obtenido en materia verde, se tomó una sub muestra de 500 g, la cual fué enviada al laboratorio de Bromatología y Microbiología AGROCALIDAD Tumbaco-Quito, con los resultados obtenidos se determinó por diferencia de pesos el porcentaje de materia seca, lo cual permitió calcular el rendimiento de materia seca por hectárea.

6. Composición nutricional del *Pennisetum clandestinum* (kikuyo).

Para la determinación de la composición nutricional del pasto *P. clandestinum* (kikuyo) se tomó una muestra de 500 g de cada parcela, en el primer y segundo

corte; y posteriormente fueron llevadas al laboratorio de Bromatología y Microbiología AGROCALIDAD Tumbaco-Quito y se realizó su respectiva interpretación y análisis de los resultados bromatológicos.

7. Análisis beneficio costo.

Se determinó a través del indicador beneficio/costo el mismo que se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Beneficio/ Costo} = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Egresos Totales}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN AGROBOTÁNICA DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS PRIMER CORTE.

Al realizar la evaluación del kikuyo ante la aplicación de niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), se reporta lo siguiente como se muestra en el (cuadro 14).

1. Altura de la planta a los 15 días cm.

Al aplicar diferentes tratamientos en la fertilización del (Kikuyo) *Pennisetum clandestinum* se registra las respuestas más altas del primer corte, en las parcelas en la que se aplicó 3 lts/ha, de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) (T3); con una media de 15,22 cm, con diferencias estadísticas significativas ($P < 0.01$), observando en la separación de medias por medio de Tukey; ya que para

las parcelas en las que se empleó 0, 1 y 2 lts/ha, se reportaron alturas promedio de 12,3 cm, 13,08 cm, y 13,38 cm respectivamente no mostraron diferencias estadísticas con ($P \leq 0,01$), como se ilustra en el (gráfico 1), respuestas que permiten inferir que a mayores niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) la variable altura también se incrementa.

Debido a lo que menciona Sañudo, A.(2002), que, el humus es un producto de coloración oscura, que resulta de la descomposición de los tejidos vegetales y animales que se encuentran en contacto con el suelo, el ingrediente activo por así decirlo de estos productos son restos o excreciones vegetales o animales, que con su acción, mejoran la nutrición de las plantas y estimulan su crecimiento, con el consecuente incremento en los rendimientos agroindustriales, sin dañar en gran medida el equilibrio entre los componentes bióticos y abióticos de los agro ecosistemas y por lo tanto incentivan el aumento de la altura de la planta de *Pennisetum clandestinum*, (kikuyo).

Cuadro 14. EVALUACIÓN DEL MANEJO AGROECOLÓGICO DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS PRIMER CORTE.

Variable	Niveles de abono orgánico comercial, lts/ha.				Media	Prob.
	0 lts/ha. T0	1 lts/ha. T1	2 lts/ha. T2	3 lts/ha. T3		
Altura de la planta a los 15 días cm.	12,3 b	13,08 b	13,38 b	15,22 a	13,49	0,0004
Altura de la planta a los 30 días cm.	15,06 b	16,76 ab	18,78 a	18,94 a	17,38	0,0089
Altura de la planta a los 45 días cm.	19,12 b	21,16 ab	23,42 a	23,9 a	21,9	0,0008
Producción de forraje verde, Tn/ha/corte.	13,88 c	16,24 bc	18,88 b	22,34 a	17,83	<,0001
Producción de materia seca, Tn/ha/corte.	2,06 b	2,19 b	2,20 b	3,069 a	2,38	<,0001

Fuente: Rosero, R. (2016).

Prob: Probabilidad.

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey.

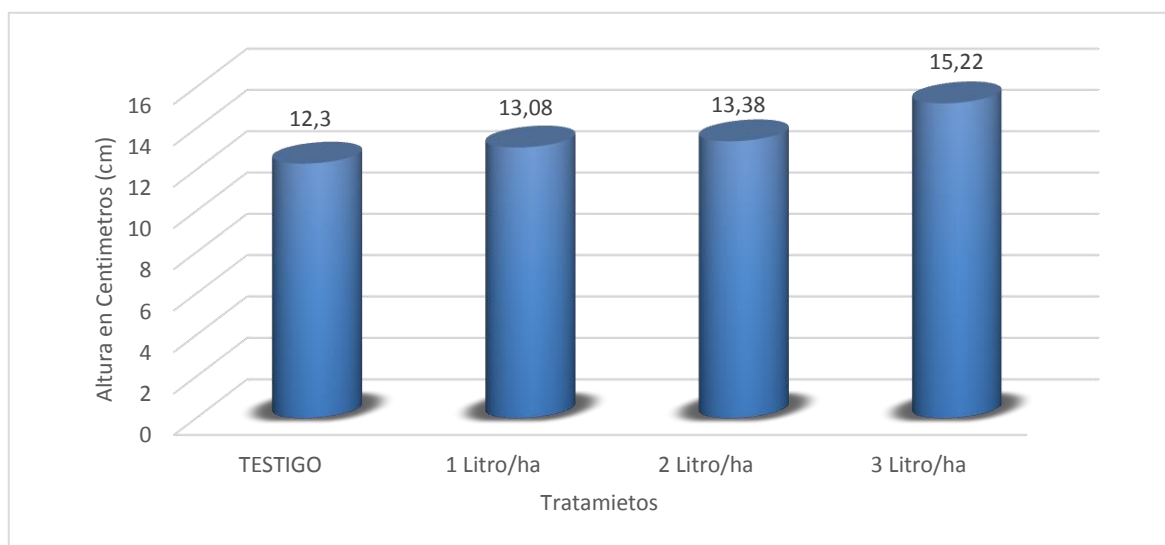


Gráfico 1. Altura del *Pennisetum clandestinum* a los 15 días en el primer corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

2. Altura de la planta a los 30 días cm.

Para el estudio de la altura del kikuyo que se ilustra en el (cuadro 14), al utilizar varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500); registrándose como la mayor altura con 18,94 cm, al T3, para las parcelas T2, con medias de 18,78 cm y 16,76 cm para T1 siendo estadísticamente similares; y la menor altura para el T0 con 15,06 cm siendo, este tratamiento estadísticamente similar con el T1, como se ilustra en el (gráfico 2) es decir que a medida que se incrementan los niveles de abono orgánico más una base de fertilizante enraizador en la producción forrajera de la kikuyo la altura de planta a los 30 días también se incrementa; lo que puede deberse a lo señalado por Casanova, M. (2012), quien menciona que los ácidos húmicos son esenciales para la bioestimulación del crecimiento del pasto con una acción muy beneficiosa en la cantidad y calidad del pasto, se hallan relacionados a las condiciones favorables que presenta el suelo ya que los residuos vegetales en la superficie permiten retener la humedad suficiente para el crecimiento de las raíces y la captación de los nutrientes.

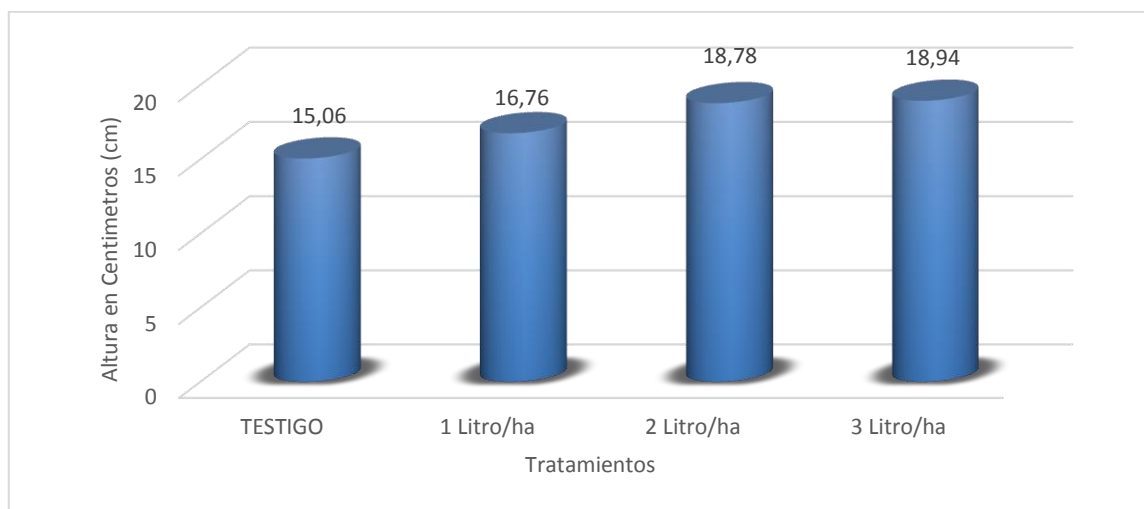


Gráfico 2. Altura del *Pennisetum clandestinum* a los 30 días en el primer corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

3. Altura de la planta a los 45 días cm.

En el estudio de la altura del kikuyo que se ilustra en el (cuadro 14), al utilizar varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en las parcelas se determinó diferencias estadísticas significativas con separación de medias por medio de Tukey para la mayor altura para el T3 con 23,9 cm, y 23,42 cm para el T2 el mismo que es estadísticamente similar con el T1 con 21,16 cm, la menor altura presentan las parcelas testigo (T0) las medias fueron de 19,12 cm siendo estadísticamente similar con el T1 como se muestra en el gráfico 3, es decir que a medida que se incrementan los niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en la producción forrajera de la kikuyo la altura de planta a los 45 días también se incrementa.

Que puede deberse a lo manifestado en <http://www.dobleu.com>.(2005), que indica que el humus muestra una estructura espacial "amorfa"; son compuestos de pesos moleculares que en su periferia se encuentran grupos (OH y COOH) los cuales hacen posible que el humus, pueda absorber en la superficie agua y elementos nutritivos que pueden ser utilizados por las plantas. Esta acción de imán del humus, hace posible que los suelos que lo contienen presenten una mejor estructura, debido a que actúa como cemento de unión entre las partículas

del suelo, dando origen a estructuras granulares, que permiten un mejor desarrollo radicular, mejorando el intercambio gaseoso, activando a los microorganismos del suelo, aumentando la oxidación de la materia orgánica y por ende la entrega de nutrientes en formas químicas en que las plantas los pueden asimilar, estimulando de esta manera el crecimiento vegetal.

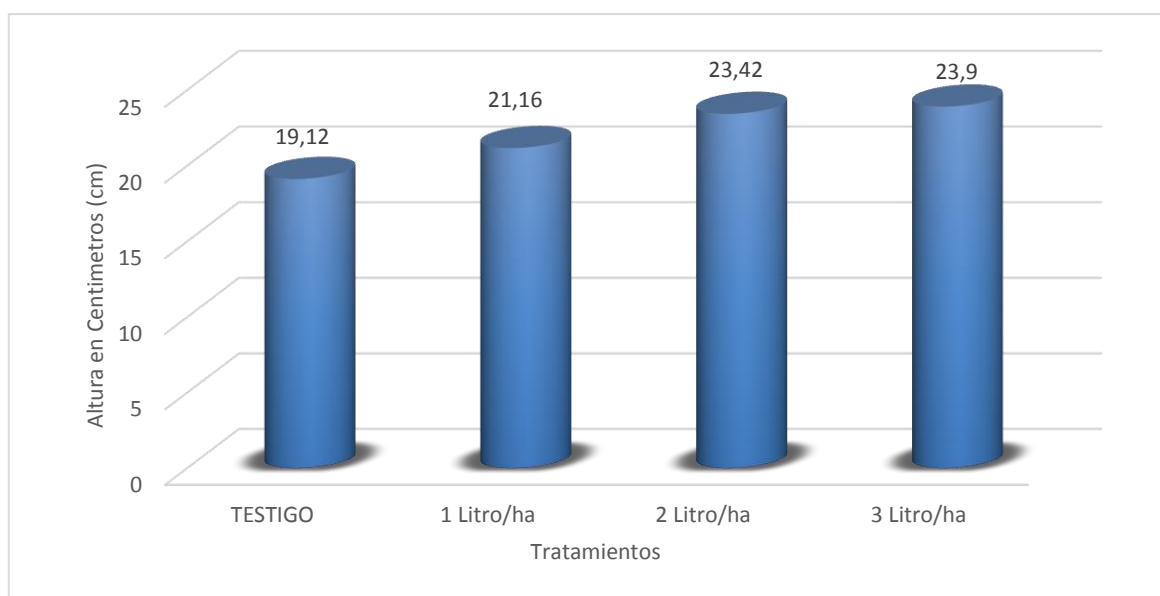


Gráfico 3. Altura del *Pennisetum clandestinum* a los 45 días en el primer corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

Se puede decir que a medida que los fertilizantes orgánicos se incorporan mejor al suelo se incrementa los parámetros agronómicos. Estos valores son menores a los manifestados por Mena, A. (2013) quien obtuvo promedio de 27,75 cm en pasto kikuyo con fertilización orgánica para el primer corte los mismos que fueron tomados entre los 50 y 71 días.

4. Producción de forraje verde, Tn/ha/corte.

Las medias de la producción de forraje verde determinadas por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en la fertilización foliar en el kikuyo, se muestran en el (cuadro 14) registraron diferencias significativas

($P < 0,01$), según la separación de medias según tukey, presentando como la mayor cantidad de forraje verde/ Ha/corte para el T3 con 22.34 tn/ha/corte, 18,88 tn/ha/corte para el tratamiento T2; T1 con 16,24 tn/ha/corte los que son estadísticamente similares, y la menor producción de forraje verde/ Ha/corte para el T0 con 13,88 tn/ha/corte estadísticamente similar con el T1; como se ilustra en el gráfico 4.

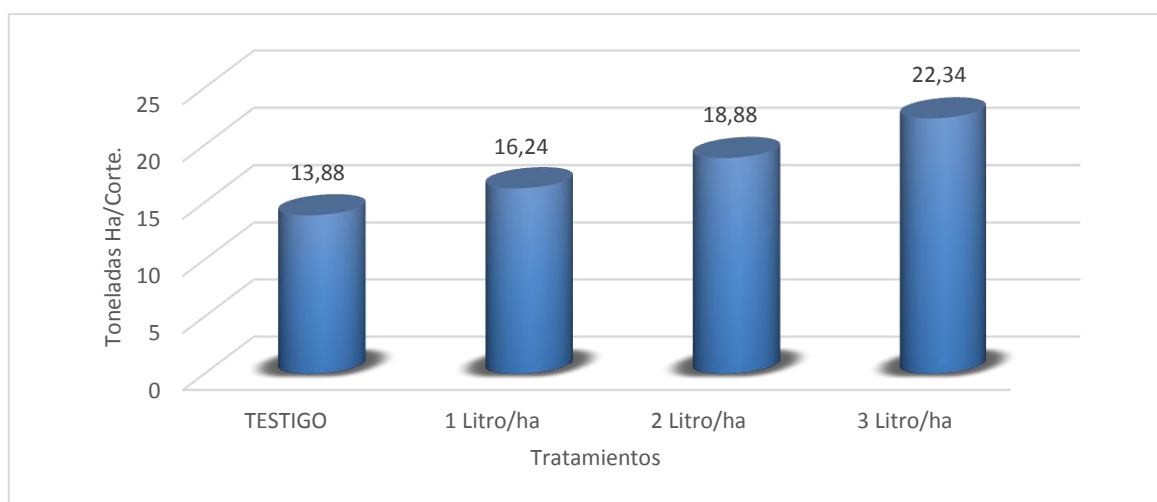


Gráfico 4. Producción de forraje verde del *Pennisetum clandestinum* a los 45 días en el primer corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

Al analizar los resultados expuestos se define que a mayores niveles de ácidos orgánicos, la producción de forraje verde/ Ha/corte también se eleva. Lo que puede deberse a lo señalado por <http://www.infoagro.com>. (2009), manifiesta que el humus produce activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia: vitaminas, reguladores de crecimiento (auxinas, giberelinas, citoquininas) y sustancias con propiedades de antibióticos, que provocan el incremento de la producción en forraje verde.

Estos valores son superiores a los manifestados por Mena, A. (2013) quien obtuvo promedio de 14,9 tn/ha/corte en pasto kikuyo con fertilización orgánica para el primer corte los mismos que fueron tomados entre los 50 y 71 días y Estos valores difieren con lo manifestado por Carrera 2011 quien obtuvo promedio de 28,5 tn/ha/corte en pasto kikuyo con fertilización química.

5. Producción de materia seca, Tn/ha/corte.

La producción de materia seca/Ha/corte en el primer corte, ratificó lo determinado en la producción de forraje verde, por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en la fertilización foliar en el kikuyo, se muestran en el (cuadro 14) registraron diferencias significativas ($P < 0,01$), según la separación de medias según tukey, presentando como la mayor cantidad de materia seca/Ha/corte con 3,069 tn/ha/corte para el T3, y 2,20 tn/ha/corte, 2,19 tn/ha/corte y 2,06 tn/ha/corte para los tratamientos T2, T1 y T0 en su orden los que son estadísticamente similares; como se ilustra en el gráfico 5.

Esto se debe quizá según Baginsky, C. (2010), a que como alternativa, resulta más recomendable el uso de un ácido de naturaleza orgánica, (ácido húmico), el cual permitiría mantener la funcionalidad física del suelo por una reactivación microbiológica de éste, diversas fuentes de ácidos orgánicos han sido utilizadas con éxito en la restauración física del suelo. Por lo que cual, es necesario utilizar los ácidos húmicos sobre las plantas, que nos sirven para elevar la capacidad de absorción de elementos nutritivos por las raíces que se incrementa a causa de la capacidad del intercambio catiónico.

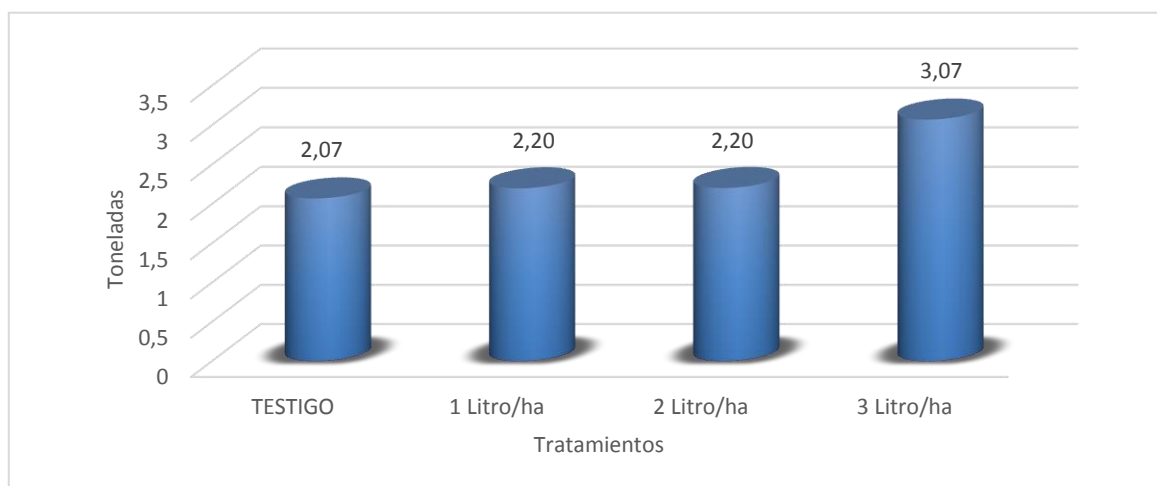


Gráfico 5. Producción de materia seca del *Pennisetum clandestinum* a los 45 días en el primer corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

Por otra parte, las respuestas obtenidas a la producción de materia seca, presentan ser menores que las determinadas por Mena, A. (2013), quien obtuvo 3,5 tn/ha/corte con fertilización orgánica, y menores a lo reportado por Carrera (2011), quien obtuvo 5,4 tn/ha/corte; debido a las condiciones ambientales de la zona que en los primeros meses de investigación se presentó lluvias imperantes el cual reduce la materia seca en el pasto.

B. EVALUACIÓN AGROBOTÁNICA DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS SEGUNDO CORTE.

Al realizar la evaluación del kikuyo ante la aplicación de niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), se reporta lo siguiente como se muestra en el (cuadro 15).

1. Altura de la planta a los 15 días cm.

Las alturas del (Kikuyo) *Pennisetum clandestinum* se muestran en el (cuadro 15) evaluadas en el segundo corte a los 15 días , registraron diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las medias de los tratamientos según Tukey con medias de 16,02 cm y 15,72 cm para los tratamientos T3 y T2 en su orden; y para las parcelas T1 y T0 con alturas promedio de 14,04 cm y 13,74 cm respectivamente los mismos que son tratamientos estadísticamente similares con el empleo de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) como se ilustran en el (gráfico 6).

Esta altura resulta superior en relación al primer corte debido a lo determinado en <http://www.infoagro.com>. (2009), que una vez que un forraje es cortado o pastoreado, las plantas movilizan las reservas acumuladas en raíz y corona para comenzar a recomponer los tallos y hojas removidos, a medida que crece, produce asimilados que son utilizados para crecer y que se suman a las reservas movilizadas.

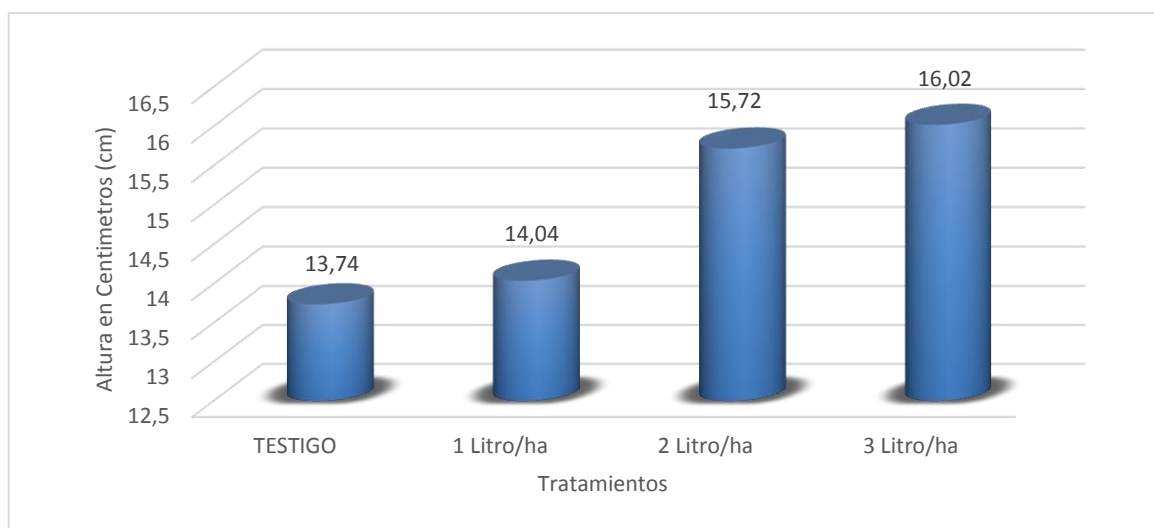


Gráfico 6. Altura del *Pennisetum clandestinum* a los 15 días en el segundo corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

2. Altura de la planta a los 30 días cm.

Para la evaluación del (Kikuyo) *Pennisetum clandestinum* al segundo corte para la variable altura con aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) se muestran en el (cuadro 15); para los tratamientos T3 y T2 con medias de 22,46 cm y 22,2 cm en su orden muestran diferencias estadísticas significativas ($P < 0,01$) con separación de medias por medio de Tukey; y para las parcelas T1 y T0 con medias de 18,68cm y 17,64 cm respectivamente cuyos tratamientos son estadísticamente similares como se ilustra en el (gráfico 7).

Los resultados obtenidos para esta variable se hallan directamente relacionados a lo descrito por Cervantes, A. (2007), quien manifiesta que las sustancias Húmicas, además de su influencia química, física y biológica sobre las propiedades del suelo, también poseen auxinas y/o precursores de su síntesis o actividad, por lo que en efectos globales, su efecto en el metabolismo de los cultivos se nota en

una mayor

Cuadro 15. EVALUACIÓN DEL MANEJO AGROECOLÓGICO DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS SEGUNDO CORTE.

Variable	Niveles de abono orgánico comercial, lts/ha.				Media	Prob.
	0 lts/ha. T0	1 lts/ha. T1	2 lts/ha. T2	3 lts/ha. T3		
Altura de la planta a los 15 días cm.	13,74 b	14,04 b	15,72 a	16,02 a	14,88	0,0012
Altura de la planta a los 30 días cm.	17,64 b	18,68 b	22,2 a	22,46 a	20,24	<,0001
Altura de la planta a los 45 días cm.	17,8 b	20,6 ab	23,3 a	23,4 a	21,29	0,0017
Producción de forraje verde, Tn/ha/corte.	9,3 a	11,66 a	12,14 a	13,28 a	11,59	0,2653
Producción de materia seca, Tn/ha/corte.	1,75 a	2,06 a	2,09 a	2,20 a	2,029	0,6065

Fuente: Rosero, R. (2016).

Prob: Probabilidad.

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey.

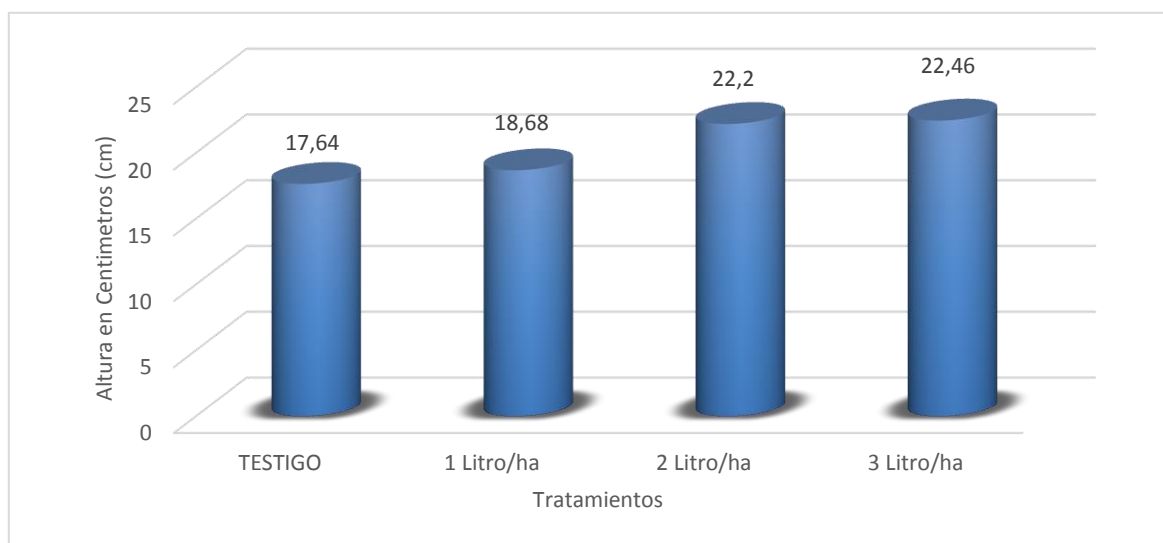


Gráfico 7. Altura del *Pennisetum clandestinum* a los 30 días en el segundo corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

crecimiento de la planta.

Cabe mencionar que el promedio de alturas al segundo corte mejoran debido a condiciones medio ambientales y síntesis de ATP.

3. Altura de la planta a los 45 días cm.

Como se muestra en el (cuadro 15) las respuestas más altas del segundo corte mostraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,01$), observando en la separación de medias por medio de Tukey, en las parcelas T3 con 23,4 cm; para T2 con 23,3 cm, para T1 con 20,6 cm los que son estadísticamente similares, y la menor altura para las parcelas T0 con 17,8 cm el mismo que es estadísticamente similar con el T1 como se ilustra en el (gráfico 8).

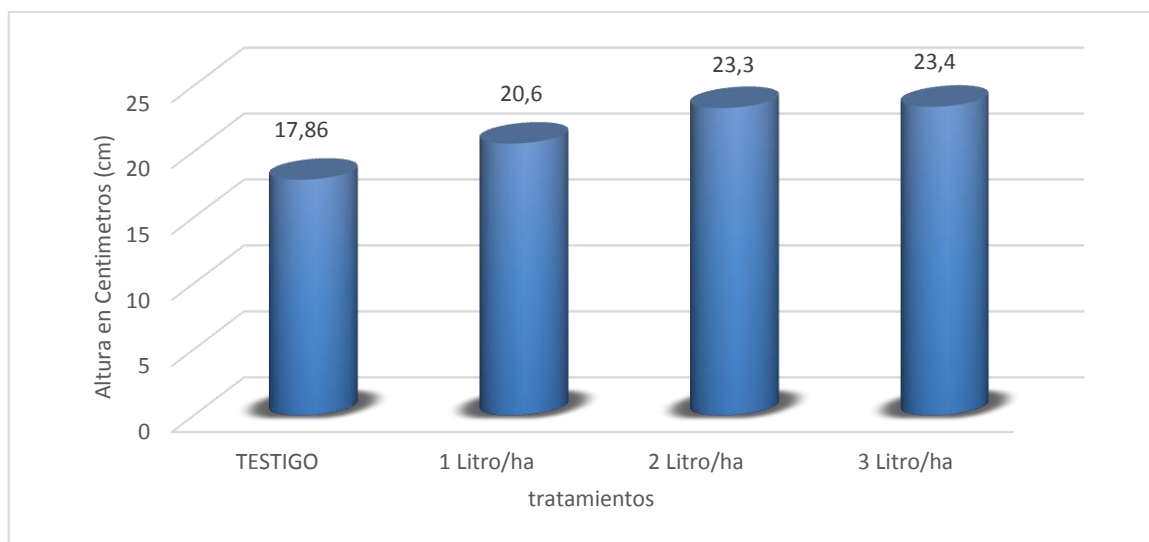


Gráfico 8. Altura del *Pennisetum clandestinum* a los 45 días en el segundo corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

Esto se debe posiblemente a lo reportado por Cortés, A. (2011), donde se manifiesta que la presencia del nitrógeno en el abono orgánico es indispensable para promover el crecimiento de tallos y hojas en pastos, árboles, arbustos y plantas en general; debido que a medida que los fertilizantes orgánicos se incorporan mejor al suelo se incrementa la altura a cortar. Estos valores son menores a los manifestados por Mena, A. (2013) quien obtuvo promedio de 33,86 cm en pasto kikuyo con fertilización orgánica para el segundo corte los mismos que fueron tomados entre los 50 y 71 días.

4. Producción de forraje verde, Tn/ha/corte.

La evaluación de las medias de producción de forraje verde/Ha/corte determinadas en el (cuadro 15) para el segundo corte en el kikuyo, no se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en la fertilización foliar como se ilustra en el (gráfico 9).

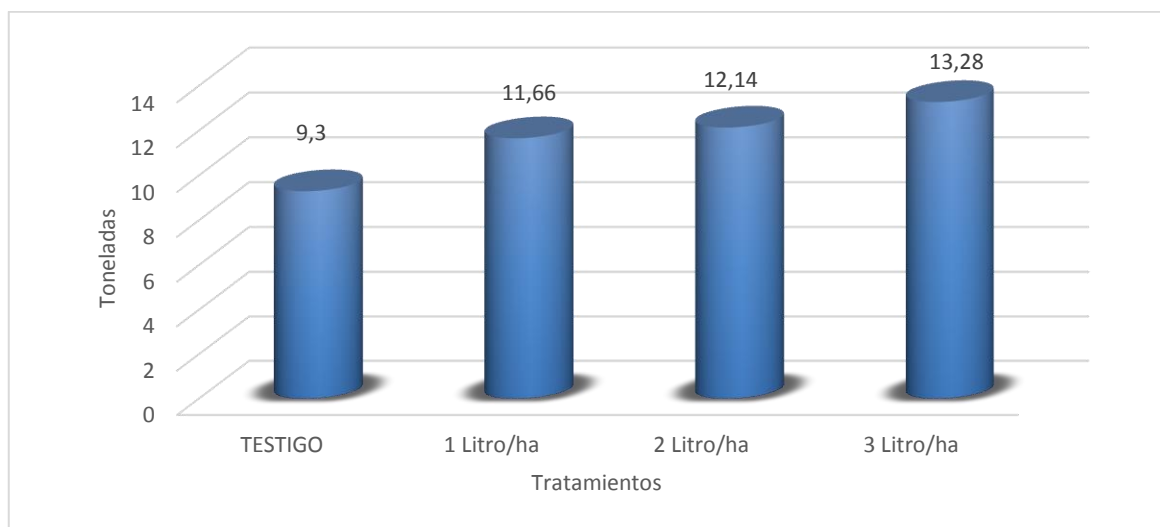


Gráfico 9. Producción de forraje verde del *Pennisetum clandestinum* a los 45 días en el segundo corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

según <http://www.geocities.com>.(2005),a que los abonos compuestos por humus regulan la nutrición vegetal, mejoran el intercambio de iones, mejora la asimilación de abonos minerales, ayuda con el proceso del potasio y el fósforo en el suelo, produce gas carbónico que mejora la solubilidad de los minerales, aporta productos nitrogenados al suelo degradado, permite regular el metabolismo de las plantas por lo que incrementan la producción de biomasa vegetal que se refleja en aumento de la producción de forraje verde.

Dichos resultados son inferiores a los mencionados por Mena, A. (2013) y Carrera (2011), quienes obtuvieron 17,4 tn/ha/corte y 28,5 tn/ha/corte con fertilización orgánica y química en su orden, la diferencia es atribuida a factores ambientales ya que en esta investigación para el segundo corte se reportaron periodos largos de sequía y dichas praderas carecen de agua de reguío.

5. Producción de materia seca, Tn/ha/corte.

Para la evaluación de la materia seca Tn/ha/corte en el segundo corte se ilustra en el (cuadro 15) por efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en la fertilización foliar en el kikuyo, no se registraron

diferencias altamente significativas ($P>0,05$), según Tukey, como se ilustra en el (gráfico 10).

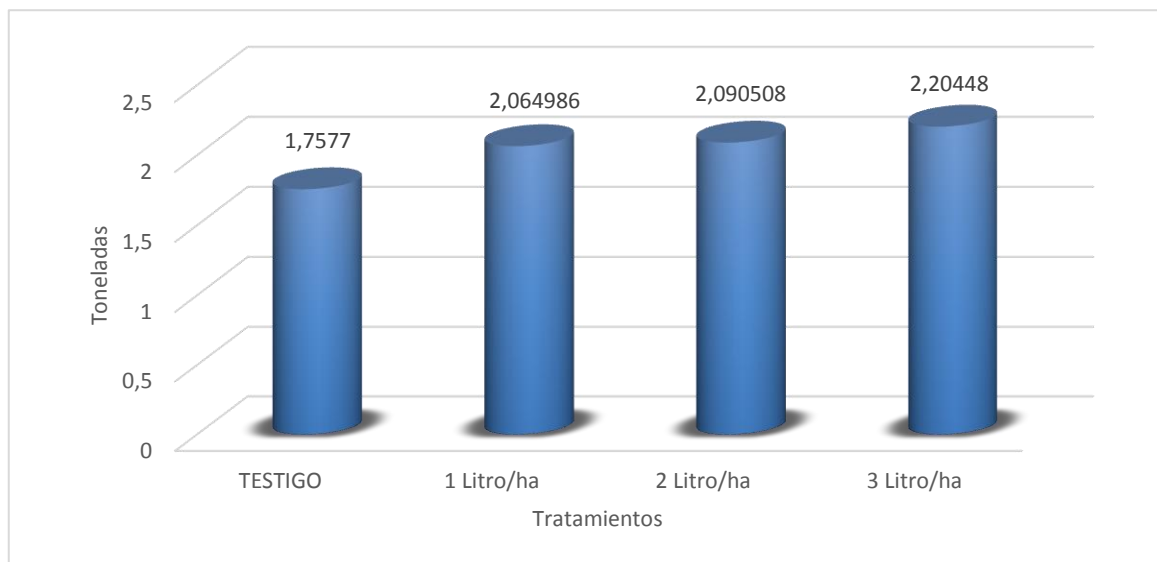


Gráfico 10. Producción de materia seca del *Pennisetum clandestinum* a los 45 días en el segundo corte utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

De acuerdo a los resultados expuestos se afirma que a medida que se incrementa los niveles de ácidos húmicos la cobertura basal también se incrementa lo que está relacionada a lo descrito por Restrepo, J. (2007), cuando indica que el hombre al realizar la abonadura modifica las concentraciones de iones del suelo de forma natural, para aumentar la producción de sus cultivos, Los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Estos influyen directamente en la fertilidad del suelo, a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento excepcional de la planta, indicando que los cultivos orgánicos proponen alimentar a los microorganismos del suelo para que estos a su vez de manera indirecta favorezcan a las plantas, debido a las diferencias observadas en cada tratamiento, específicamente en lo que tiene que ver con la producción en materia seca.

Mencionado comportamiento es menor a lo señalado por Mena, A. (2013), quien

reportó 3,5 tn/ha/corte con fertilización orgánica, e inferiores a lo mencionado por Carrera (2011), quien obtuvo promedio de 5,4 tn/ha/corte en pasto kikuyo con una fertilización química.

C. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.

Al evaluar el análisis bromatológico bajo la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), para la aplicación foliar en la producción de kikuyo, se reporta en el siguiente (cuadro 16).

1. Análisis Bromatológico del *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de fertilizante enraizador en suelos volcánicos primer corte.

a. Contenido de Materia Seca a los 45 días

Evalutando los resultados bromatológicos de cada tratamiento como se considera en el (cuadro 16) se reporta que el mayor porcentaje de materia seca con la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en el T0 con 14,91%, mientras que la menor en contenido de materia seca se presentó en el T2 con 11,66%.

Mencionados resultados son inferiores a los de Mena, A: (2013), quien obtuvo 22,7% de materia seca del pasto Kikuyo con fertilización orgánica.

b. Contenido de Proteína a los 45 días

Evalutando la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) se considera en el (cuadro 16), para el análisis proximal se reporta que la mayor presencia de proteína se registró en el T1 con el 16,69%; mientras que la menor se presentó en el T0 con 15,45%

Mencionados resultados son inferiores a los de Mena, A: (2013), quien obtuvo 24,48% de proteína del pasto Kikuyo con fertilización orgánica.

c. Contenido de Grasa a los 45 días

Con la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) se muestra en el (cuadro 16), reportándose que el mejor tratamiento en contenido de grasa se presentó con un porcentaje de 1,86% el que pertenece al T2; mientras que la menor se presentó en el T0 con 1,48% en contenido de grasa.

Mencionados resultados son inferiores a los de Mena, A: (2013) y Carrera (2011), quienes obtuvieron 2,09% y 4,2% en contenido de grasa del pasto Kikuyo con fertilización orgánica y química respectivamente.

d. Contenido de Cenizas a los 45 días

Al analizar los resultados bromatológicos de cada tratamiento como se considera en el (cuadro 16) se aprecia que el mayor contenido de cenizas con la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en el T3 con 14,5%, mientras que la menor en contenido de cenizas se presentó en el T0 con 13,9%.

Cuyos resultados son mayores a los obtenidos por Mena, A. (2013) quien obtuvo 13,06 % en contenido de cenizas con influencia de una fertilización orgánica y estos difieren con lo manifestado por Carrera, (2011), quien obtuvo promedio de 12,66 % de ceniza en el pasto Kikuyo mediante fertilización química.

e. Contenido de Fibra a los 45 días

La evaluación de la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) se muestra en el (cuadro 16), reportándose que el mejor tratamiento en contenido de fibra se presentó con un porcentaje de 23,46 % el que pertenece al T2; mientras que la menor se presentó en el T3 con 25,54 % en contenido de fibra.

Cuadro 16. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.

Unidad		T0 0 Lts/ha		T1 1 Lts/ha		T2 2 Lts/ha		T3 3 Lts/ha	
		1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte
Materia Seca	%	14,91	18,9	13,53	17,71	11,66	17,22	13,74	16,6
Proteína	%	15,45	11,26	16,69	12,69	16,51	10,64	15,61	13,22
Grasa	%	1,48	1,43	1,53	1,5	1,86	1,54	1,58	1,42
Cenizas	%	13,9	1,48	13,95	1,46	14,31	1,51	14,5	1,66
Fibra	%	25,28	26,18	25,02	27,03	23,46	25,27	25,54	25

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Microbilología AGROCALIDAD (2016).

2. Análisis Bromatológico del *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de fertilizante enraizador en suelos volcánicos segundo corte.

a. Contenido de Materia Seca a los 90 días

La evaluación del análisis proximal en el *pennisetum clandestinum* con la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) como se muestra en el (cuadro 16), se reportó el mayor porcentaje para la materia seca en el segundo corte con 18,9% para el T0; y el menor porcentaje de materia seca para el T3 con 16,6%.

Dichos resultados difieren de los análisis del primer corte debido a condiciones climáticas ya que en los primeros meses de investigación presentaron mayor precipitación, lo cual resultó en más agua en los pastos y poca materia seca en los mismos. Hacia el final del periodo de estudio se mostró una leve tendencia a mejorar la producción de materia seca por la disminución en las precipitaciones.

b. Contenido de Proteína a los 90 días

La evaluación del análisis bromatológico se muestra en el (cuadro 16), presentándose como mayor contenido de proteína reporta el T3 con 13,22% bajo la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) en el *pennisetum clandestinum*; y el menor contenido de proteína para el T2 con 10,64%.

c. Contenido de Grasa a los 90 días

En la evaluación del contenido de grasa en el *pennisetum clandestinum* se demuestra en el (cuadro 16) presentándose el menor contenido de grasa para el T3 con 1,42%; y el mejor contenido de grasa para el T2 con 1,54% bajo la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador.

Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Mena, A. (2013), cuyos resultados fueron 2,09% en el contenido de grasa con una fertilización orgánica. Y

difieren con Carrera, (2011), quien obtuvo promedio de 4,2% de grasa en el pasto kikuyo con una fertilización química.

d. Contenido de Cenizas a los 90 días

La evaluación del análisis proximal en el *pennisetum clandestinum* con la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) como se muestra en el (cuadro 16), se reportó el mayor contenido de cenizas para el segundo corte con 1,66 % para el T3; y el menor contenido de cenizas para el T1 con 16,6%.

Cuyos resultados son mayores a los obtenidos por Mena, A. (2013) quien obtuvo 13,06 % en contenido de cenizas con influencia de una fertilización orgánica y estos difieren con lo manifestado por Carrera, (2011), quien obtuvo promedio de 12,66 % de ceniza en el pasto Kikuyo mediante fertilización química.

e. Contenido de Fibra a los 90 días

La evaluación de la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) se muestra en el (cuadro 16), reportándose que el mejor tratamiento en contenido de fibra se presentó con un porcentaje de 25 % el que pertenece al T3; mientras que la menor se presentó en el T1 con 27,03 % en contenido de fibra.

D. ANÁLISIS DEL SUELO PRE Y POST FERTILIZACIÓN DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.

Al realizar el análisis del suelo pre y post aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), para la aplicación foliar en la producción de kikuyo, se reporta en el siguiente (cuadro 17).

Cuadro 17. ANÁLISIS DEL SUELO PRE Y POST FERTILIZACIÓN DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.

Parámetro	Unidad	Pre fertilización	Post fertilización
Ph		6,08	5,5
Materia orgánica	%	0,2	0,2
Nitrógeno total	mg/L	2,8	37,6
Fósforo	mg/L	48,3	78,9
Potasio	Meq/100g	0,26	0,37

Fuente: Departamento de Suelos Facultad de Recursos Naturales ESPOCH (2016).

Dichos tratamientos mejoran la calidad del suelo como lo menciona Baginsky, C. (2010), señala que como alternativa, resulta más recomendable el uso de un ácido de naturaleza orgánica, es decir un ácido húmico, el cual permitiría mantener la funcionalidad física del suelo por una reactivación microbiológica de éste, indicando que las reacciones de intercambio catiónico son rápidas y su velocidad depende de la difusión del ion hacia la superficie del coloide o desde dicha superficie.

1. Ph

Para el parámetro del pH se reportó un valor antes de la aplicación de los tratamientos de 6,08 el cual desciende a 5,5 como se presenta en el (cuadro 17), con la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), es decir el uso de este abono orgánico permite que el suelo se presente ligeramente acida dicho rango es el ambiente optimo para la producción de forrajes como el kikuyo.

Esto se debe a la presencia de sales amoniacales que tienen un pH neutro, y que se encuentran en la composición del abono químico que se ha empleado, los ácidos húmicos amortiguan el alto pH y convierten los elementos nutritivos y los oligoelementos en forma disponibles para las plantas. Este comportamiento se debe a lo manifestado por Capistrán, F. (1999), que indica que esta disminución en el pH se debió a que en la descomposición del humus se comenzó a secretar

ácido úrico y compuestos fosfatados que en presencia de agua actúan como ácidos neutralizando en parte el pH alcalino del tratamiento, y por lo tanto su descenso.

2. Materia Orgánica

En el contenido de materia orgánica del suelo pre y post fertilización con abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) se muestra en el (cuadro 17), se logró apreciar un mantenimiento correspondiente al porcentaje de 0,2% post fertilización; lo que indica que la acción de los microorganismos como hongos y bacterias mantienen un suelo rico en materia orgánica, de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes, para su desarrollo vegetativo es decir que la cantidad de materia orgánica se mantiene.

Esto debido a que <http://www.infoagro.com>.(2010), señala que los ácidos húmicos son derivados del mineral Leonardita, una forma oxidada de lignito, y son los constituyentes principales de materia orgánica vegetal en un suelo.

3. Nitrógeno

En la evaluación del Nitrógeno del suelo pre y post fertilización con abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) se muestra en el (cuadro 17), para el contenido de nitrógeno del suelo post tratamientos se apreció un ascenso, ya que iniciando de 2,8 mg/L. (antes de la fertilización orgánica) se incrementa a 37,6 mg/L, (después de la fertilización).

Esta relación es directamente proporcional al consumo de la materia orgánica presente en el suelo, por parte de los microorganismos del humus ya que ha mayor desdoblamiento de las proteínas, existirá mayor presencia de nitrógeno en forma de amonio que se queda presente en el suelo y que la planta como ya completo sus requerimientos el excedente es el resultado indicado. Esto se debe a lo manifestado en <http://www.molinogorbea.cl>. (2012), que señala que la fertilización con ácidos húmicos tiene como función principal proveer de nitrógeno al suelo el cual se encarga de estimular el crecimiento de la planta, especialmente

en la etapa inicial de crecimiento vegetativo.

4. Fosforo

En la evaluación del Fosforo presente en el suelo pre y post fertilización con abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) se muestra en el (cuadro 17), el contenido de fosforo mostro un comportamiento similar que en el nutriente antes mencionados es decir que se incrementó después de la fertilización orgánica, ya que partiendo de un valor inicial de 48,3 mg/L se elevan a 78,9 mg/L.

Esta diferencia posiblemente se debe a lo mencionado por Flores, N. (1991), que el fósforo se encuentra en los suelos tanto en formas orgánicas, ligadas a la materia orgánica, como inorgánicas que es la forma como la absorben los cultivos. La solubilidad de estas formas, y por lo tanto su disponibilidad para las plantas está condicionada por reacciones físico-químicas y biológicas, las que a su vez afectan la productividad de los suelos. Las transformaciones del fósforo entre formas orgánicas e inorgánicas están estrechamente relacionadas, dado que el fósforo inorgánico es una fuente para los microorganismos y las plantas, y el fósforo orgánico al mineralizarse repone el fósforo de la solución.

5. Potasio

En la evaluación del Potasio con la fertilización foliar con abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) se muestra en el (cuadro 17), Para el contenido de potasio pre y post aplicación de los tratamientos se reportó un ligero incremento; inicial de 0,26 Meq/100g y post tratamientos de 0,37 Meq/100g.

Esto es posiblemente a que como los abonos permiten aumentar el área de exploración de las raíces en el suelo, provocando una considerable recuperación de suelos al formar agregados de micronutrientes. Hay que tomar en cuenta que este elemento es indispensable en el suelo para el cultivo del pasto ya que interviene en la síntesis proteica pues juega el papel de activador enzimático, también se encarga del mantenimiento de los potenciales osmóticos y eléctricos dentro de la célula, lo que le beneficia el desarrollo de la planta. El

Potasio para las plantas es esencial para mantener altos rendimientos, aumentar la tolerancia al frío, lograr mayor resistencia a ciertas enfermedades e incrementar la persistencia es lo que manifiesta Cangiano, C. (2009).

E. EVALUACIÓN DE LA PROFUNDIDAD RADICULAR PRE Y POST PRODUCCIÓN DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.

Al realizar la evaluación de la profundidad radicular antes y después de la aplicación de niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), para la producción de kikuyo, se reporta lo siguiente como se muestra en el (cuadro 18).

Cuadro 18. EVALUACIÓN DE LA PROFUNDIDAD RADICULAR PRE Y POST PRODUCCIÓN DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.

Tratamientos	Unidad	Pre fertilización	Post fertilización
T0	Cm	10,6	14
T1	Cm	10,2	16,4
T2	Cm	9	17,4
T3	Cm	10	19,6

Fuente: Rosero, R. (2016).

En el gráfico 11 se muestra el desarrollo radicular bajo la aplicación de niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), para la producción de kikuyo; presentándose una reacción directamente proporcional, ya que el T3 muestra los mejores resultados con 19,6 cm en dicha variable, el menor resultado para T0 con 14 cm, y presentando 16,4 cm y 17,4 cm para los tratamientos T1 y T2 en su orden. Esto quiere decir que a mayor aplicación foliar de los tratamientos se presenta un crecimiento directamente proporcional. Dichos resultados son mayores a los manifestados por Mena, A. (2013) quien obtuvo promedio de 6,38 cm y 5,83 cm en pasto kikuyo con fertilización orgánica y fertilización química respectivamente.

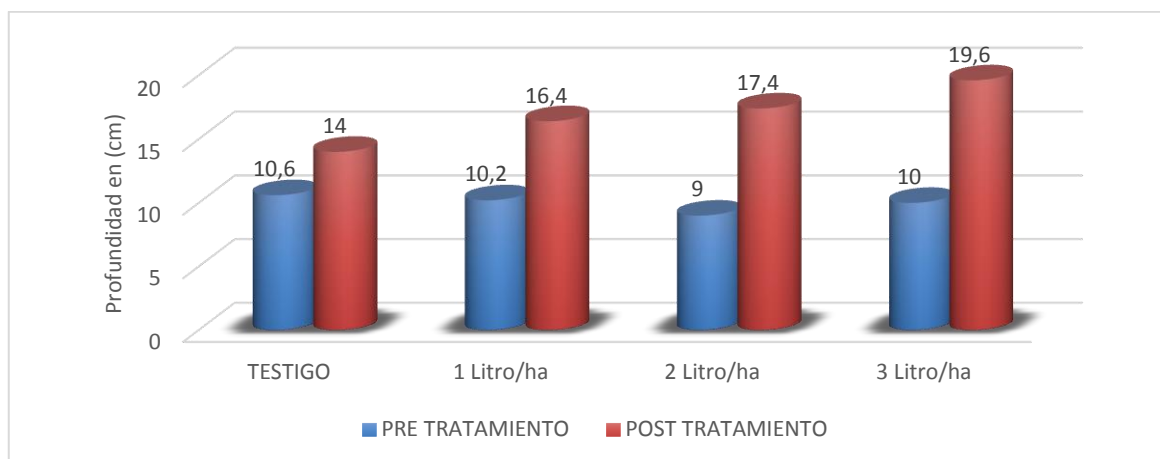


Gráfico 11. Desarrollo radicular del *Pennisetum clandestinum* pre y post fertilización foliar utilizando varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

Lozano, E. (2012), manifiesta que la capacidad de absorción de elementos nutritivos por las raíces se incrementa a causa de la capacidad del intercambio catiónico y por esto el rendimiento aumenta de un 30%. Los ácidos húmicos estimulan la permeabilidad de la membrana celular, la formación de raíces, la germinación de las semillas y favorecen una mejor actividad metabólica de las plantas. Los ácidos húmicos tiene la capacidad de desbloquear los nutrientes en el suelo que de otro modo no estarían disponibles para la planta, mientras que también proporciona el mecanismo de transporte que estos nutrientes disponibles, es decir airean los suelos pesados y mejoran su estructura, de esta manera el agua, los elementos nutritivos y las raíces pueden penetrar más fácilmente en el suelo.

F. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCION FORRAJERA DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.

Realizando el análisis económico de la producción forrajera del *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), por efecto de la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), como

se observa en el (cuadro 19), se obtuvo que la mayor rentabilidad se alcanza al fertilizar con 3 lts/ha de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), con un beneficio costo de 1,51 \$ que representa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 51 centavos de dólar; mientras que aplicar 2 lts/ha y 1 lts/ha, se logró un beneficio costo de 1,32 \$ y 1,19 \$ respectivamente es decir, que por cada dólar invertido se ganara de 32 a 19 centavos de dólar, en comparación del grupo control que menciona un beneficio costo de 1,01; es decir una ganancia de 1 centavo de dólar.

Cuadro 19. EVALUACIÓN ECONOMICA DE LA PRODUCCION FORRAJERA DEL *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) CON VARIOS NIVELES DE ABONO ORGÁNICO COMERCIAL MÁS UNA BASE DE FERTILIZANTE ENRAIZADOR EN SUELOS VOLCÁNICOS.

Egresos	TO	T1	T2	T3
Mano de obra, \$	900	900	900	900
Tractor (Corte de igualacion, Aireación)	840	840	840	840
Eco Hum DX	0	10	20	30
Raiz Plant 500	0	30	30	30
Analisis de Suelo y Bromatológico	102,5	102,5	102,5	102,5
Fertilización Química	354,5	354,5	354,5	354,5
Uso del terreno, \$	600	600	600	600
Total egresos	2797	2837	2847	2857
Producción de forraje, tn/ha/año	93,88	113,00	125,63	144,26
Costo por tonelada de forraje	30	30	30	30
Ingreso por venta de forraje,	2816,37	3389,85	3768,93	4327,83
INGRESOS TOTALES	2816,37	3389,85	3768,93	4327,83
BENEFICIO COSTO	1,01	1,19	1,32	1,51

Fuente: Rosero, R. (2016).

V. CONCLUSIONES

- Con la aplicación de 3 lts/ha, de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), en el primer corte registraron las mejores respuestas por cuanto se incrementaron las alturas a los 15, 30 y 45 días (15,22 cm, 18,94 cm y 23,9 cm), con diferencias significativas ($P < 0,001$), así como también la producción tanto en forraje verde (22,34 TnFV/Ha/corte), como en materia seca (3,069 TnMS/Ha/corte).
- En el segundo corte el comportamiento forrajero del *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), respondió similar al primer corte, ya que con la aplicación de 3 lts/ha, de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), por cuanto las alturas a los 15, 30 y 45 días (16,02 cm, 22,46 cm y 23,4cm), de igual forma la producción de forraje verde (13,28 TnFV/Ha/corte), como en materia seca (2,20 TnMS/Ha/corte).
- Para la evaluación Bromatológica del *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) se mostró variabilidad de los datos con respecto a la aplicación de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500) vs testigo.
- La mayor rentabilidad fue registrada por las parcelas fertilizadas foliarmente con 3 lts/ha, de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), ya que la relación beneficio costo fue de 1,51 \$ o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 51 \$ respectivamente, que son superiores a los obtenidas en actividades similares.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados expuestos bajo las condiciones del presente experimento, en el comportamiento productivo del *Pennisetum clandestinum* (kikuyo, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Aplicar foliarmente con 3 lts/ha, de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500), por cuanto se determinó una mayor capacidad productiva del forraje verde y materia seca y una alta rentabilidad económica con respecto a los otros niveles evaluados.
- Se recomienda la aplicación de este tipo de fertilización foliar en los cultivos, ya que es clara y evidente la efectividad de acuerdo a los resultados presentes en la investigación.
- Difundir el uso de los abonos orgánicos conjuntamente con labores agrícolas y maquinaria, ya que estos suelos por efectos de la continua actividad volcánica han compactado los mismos limitando el crecimiento y desarrollo normal de los pastizales.
- Impulsar en el sector agropecuario ecuatoriano la utilización de la fertilización foliar de la cual se obtienen excelentes resultados tanto productivos como económicos, fomentando un desarrollo ecológico sustentable y así alcanzar un elevado nivel de protección del ecosistema.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALMOROX, J. LÓPEZ, F. Y RAFAELLI, S. 2010. La degradación de los suelos por erosión hídrica. Métodos de estimación. Murcia: Editum. pp 384.
2. ALVARADO, S. JARAMILLO, R. VALVERDE, F. Y PARRA, R. 2011. Manejo de nutrientes por sitio específico (MNSE) en el cultivo de maíz bajo labranza de conservación para la provincia de Bolívar.(Boletín Técnico150). Quito: INIAP -IPNI. pp 25.
3. ALVAREZ, R. ALONSO, P. MARTÍNEZ, W. 1992. Distribución espacial y vertical de la chiza *Clavipalpus* sp. Revista de HACIA, pp 54-60.
4. AMSTUTZ, H. et al. 2000. Manual Merck de veterinaria. 5 ed. Barcelona, España. Edit. Océano grupo editorial s. a. pp. 817
5. BAGINSKY, C. 2010. Impacto en la utilización de cultivos y enmiendas orgánicas sobre la funcionalidad del suelo. Universidad de Chile, Serie Ciencias Agronómicas N° 17. pp 122.
6. BARCELO, C. 2005. Fisiología vegetal. 1a ed. Edit. Madrid, España. Pirámide. pp. 338.
7. BARNERS, R. NELSON, C. MOORE, K. COLLINS, M. 2007. Forages The Science of Grassland Agriculture. 6 ed. Iowa, US. Blackwell Publishing. v.2, pp 250 – 492
8. BARRETO, T. 1996. Estudios básicos para el manejo de poblaciones del chinche de los pastos *Collaria columbiensis*. Bogotá.
9. BERNAL, J. ESPINOSA, J. 2003. Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. International Plant Nutrition (IPNI). Consultado el 12 de marzo del 2016 pp 94. Disponible en: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/L%20Pastos.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/L%20Pastos.pdf)
10. BRADY, N. 2003. Manual de fertilización vegetal. pp 34.
11. BRUSSAARD, L. RUITER, P. C. & BROWN, G. G. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. Agric. Ecosyst. Environ, pp 121: 233-244
12. CABEDA, V. 1984. Degradação física e erosão. En: I Simpósio demanejo do solo e plantiodireito no sul do Brasil e III Simpósio deconservação de solos do planalto. Passo Fundo, RS: Anais.

13. CALDERÓN, S., & GIRALDO, C. 1996. Factores que afectan la productividad de los potreros y como controlarlos. Revista Asoholstein pp 133 , 46-56.
14. CANALI, S. TRINCHERA, S. INTRINGLIOLO, F. POMPILI, L. NISINI, L. MOCALI, S. TORRISI, B. 2004. Effect of long term addition of compost and poultry manure on soil quality of citrus orchards in Southern Italy. Biol. Fertil. Soils, pp 40: 206-210
15. CAPISTRÁN, F. 1999. Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje. 3a ed. Xalapa, México. Edit. Instituto de Ecología. pp 151 – 162.
16. CÁRDENAS, E. 2003. Evaluación de una alternativa para disminuir el impacto ambiental que causan los fertilizantes nitrogenados en las pasturas de clima frío. Bogotá.
17. CÁRDENAS, E. 2009. Alternativas Forrajeras para clima frío en Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, CO. 20 p. 5 Consultado el 12 de marzo del 2016 Disponible en: http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENT_OSENTI/FILE_EVENTOSENTI10332.pdf
18. CARDONA, E. 2012 Disponibilidad de Variedades de Pastos y Forrajes como Potenciales Materiales Lignocelulósicos para la Producción de Bioetanol en Colombia Eliana M. Cardona(1), Luis A. Rios(1)* y Juan D. Peña(2) (1) Universidad de Antioquia, Grupo Procesos Fisicoquímicos Aplicados, Departamento de Ingeniería Química, Calle 62 N° 52-59, Medellín, Colombia. (e-mail: larios@udea.edu.co) (2) Investigación y Desarrollo Negocios Energía, Empresas Públicas de Medellín, E.S.P. Carrera 58 N° 42-125, Medellín, Colombia (e-mail: Juan.Pena.Alvarez@epm.com.co).
19. CARRERA (2011). Fertilización del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)con tres fuentes nitrogenadas, dos sólidas y una líquida en tres niveles y dos frecuencias pp 45
20. CASANOVA, M. 2008. Propiedades físicas: Indicadores de calidad y salud de suelos. Bolivia Edit Revista Antumapu pp 32-34Cervantes, A. (2007).

21. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2012. Agricultura de Conservación. Recuperado de <http://conservacion.cimmyt.org/index.php/es/ique-es-ac>
22. COLE, A. 2004. Micros nutrientes indispensables para las plantas. pp. 65.
23. CORREA, H.; CARULLA J.; PABÓN, M; 2008. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I. Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, CO. 56 p. Consultado el 12 de marzo del 2015 Disponible en: <http://www.veterinaria.unal.edu.co/inv/nutricion/kikuyo%201.pdf>
24. CORTÉS, A. 2011. Estabilización de camellones con paltos vía enmiendas orgánicas y cultivos de cobertera. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Santiago, Chile. pp 44.
25. COX, F. 2002. Oligoelementos y sus funciones. pp.45.
26. DONOSO, P. 2006. Cámara de Agricultura de la 1ra Zona Quito – Ecuador. Disponible http://www.ecuadorinmediato.com/Noticias/news_user_view/erupcion_en_ecuador_afecta_a_agricultura_y_turismo--37777
27. ECUADOR, ENCUESTA DE SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA CONTINUA. 2013. Disponible http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/PRESENTACIONESPAC2013.pdf
28. DORRONSORO, C. F. Y GARCÍA, I. 2004. Contaminación del Suelo. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Madrid, España: Unidad docente e investigadora de la Facultad de Ciencias, Universidad de Granada.
29. DUGARTE, M., & OVALLES, L. 1991. La producción de pastos de altura. kikuyo y ryegrass Perenne en el estado Mérida. FONAIAP .
30. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. 2012. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en:

- http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&Itemid=414&&id=371&TB_iframe=true&height=414
31. EDUCA MADRID. 2009. Hormonas vegetales o fitohormonas (En línea). España. Consultado el 22 Oct 2015. Disponible en: <http://www.educa.madrid.org>
 32. ELRICK, D. 2004. Fertilización foliar y sus ventajas. pp 76.
 33. EL SURCO Casa Comercial. 2011. "RaízPlant 500". Disponible en: elsurco.com.sv/productos.php?id=90. Consultado: 13-mayo-2011
 34. ESTRADA, J. 2002. Pastos y Forrajes para el Trópico Colombiano, Universidad de Caldas. Manizales, CO. pp 506 . Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: books.google.com.ec/books?isbn=9588041767
 35. FANG, H. et al. 2009. Degradation of chlorpyrifos in laboratory soil and its impact on soil microbial functional diversity. *Journal of Environmental Sciences*, pp 21(3): 380 –386.
 36. FARMAGRO, 2014. Vademécum Agrícola. Disponible en http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/ECO-HUM%20DX-20140821-115733.pdf
 37. FLEET, C. 2005. A DELLAcate balance: the role of gibberellin in plant morphogenesis. *Current*. pp 89.
 38. FRANCO, V. CARDONA, A. MENDOZA N. 2008. Pasto kikuyo. (En línea). Colombia. Consultado el 15 Oct 2015. Disponible en: <http://publimvz.galeon.com/>
 39. FULKERSON, WJ. 2007. Kikuyo grass, (*Pennisetum clandestinum*) Futuredary Tech Note. AU. p. 1 Consultado el 12 de marzo del 2016 Disponible en <http://frds.dairyaustralia.com.au/wpcontent/uploads/2012/01/TechNoteKikuyu.pdf>
 40. GILLIAVOD, N. sa, "Formación del Humus" citado en: <http://infomorelos.com/ecologia/humus.html>
 41. GONZALES, N. 2006. Ácidos húmicos. Recuperado de <http://www.manualdelombricultura.com>

42. GROOS, A. 1998. Abonos: guía de fertilización. 5a ed. Madrid, España. Edit. Mundo Prensa. pp 45 53.
43. GUTIERREZ. 2000. Efectos de Acidos Fulvicos de dos orígenes en la dinamica de crecimiento de la plántula de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
44. GUTIÉRREZ, D. 2005. La agricultura orgánica y su beneficio. Edi. Mundiprensa-España 1989. pp. 12-22
45. HARO, E. 2011. Evaluación del impacto ambiental en los pastizales producidos por el proceso eruptivo del volcán Tungurahua en la hacienda choglontus. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba -Ecuador. pp 16.
46. HEIKE, V. (23 de Agosto de 2009). Recuperado el Lunes de Febrero de 2016, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/pennisetum-clandestinum/fichas/ficha.htm>
47. HERNÁNDEZ, T. 2004. Sembrar sin Arar. Cultivos de leguminosas , pastos y otras especies sobre praderas de kikuyo con cero labranza. Quito, Ecuador. Primera Edición. pp 89.
48. HIGUERAS, P. Y OYARZUN, R. 2010. Mineralogía y procesos de contaminación de suelos, Universidad de Castilla-La Mancha. Almadén, España. Disponible en: http://www.uclm.es/users/higueras/mga/Tema03/Tema_03_Suelos_0.htm
49. [HTTP://WWW.acidos-humicos.htm](http://WWW.acidos-humicos.htm). 2013.
50. [HTTP://WWW.dobleu.com](http://WWW.dobleu.com). 2005. Calahorrano, J. La composición del humus como fertilizante.
51. [HTTP://WWW.humintech.com](http://WWW.humintech.com). 2012.
52. [HTTP://WWW.geocities.com](http://WWW.geocities.com). 2005. Mendoza, S. El humus y su aplicación como fertilizante.
53. [HTTP://WWW.infoagro.com](http://WWW.infoagro.com). 2007. Arizaga, A. Descripción de los fertilizantes orgánicos.
54. [HTTP://WWW.infoagro.com](http://WWW.infoagro.com). 2010.

55. [HTTP://WWW.molinogorbea.cl](http://WWW.molinogorbea.cl). 2012.
56. IBÁÑEZ, J. 2006. Los Nutrientes del Suelo y Las Plantas: Asimilación y Fertilidad. Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Universidad de Valencia, España. Disponible en <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/10/04/44659>.
57. INPOFOS. 2003. Manual de nutrición y fertilización de pastos. Quito-Ecuador.
58. INAMHI, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2015. Quito-Ecuador. pp 34.
59. KAKIMOTO T. 2003. Biosynthesis of cytokinins. J Plant Research . pp 233-236.
60. KONONOVA, 1982. Enfermedades de Hortalizas. 1a Edición. Barcelona, España.
61. LEÓN, R. 2003. Pastos y forrajes producción y manejo. Quito- Ecuador: Agustin Alvarez.Cia.Ltda.
62. LOBO, M., SANCHEZ, O. 2001. Agrostología , primera edicion, Costa Rica, pp 176.
63. LOPEZ, R. 2008. Ácidos húmicos y fúlvicos. España. pp 126.
64. LLUNA, R. 2006. Hormonas Vegetales. (En línea). Madrid, España. Consultado 22 Oct 2015.
65. MALAVOLTA, E. OLIVEIRA, S. Y VITTI, G. 1997. Evaluacao do estado nutricional das plantas. Sao Pabla Brasil.
66. MARTÍN, B. MONTICO, S. 2006. Fertilización Foliar en Pasturas: una alternativa. (En línea). Argentina. Consultado 15 Oct 2015. Disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/15/5AM15.htm>
67. MARTÍN, B. SPILLER, L. 2007. Fertilización foliar en pasturas: Una estrategia de uso. (En línea). Argentina. Consultado 5 Jun 2011. Disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/22/7AM22.htm>
68. MAYTA, F. (sa). Recuperado el Lunes de Febrero de 2015, de http://www.ujcm.edu.pe/bv/links/cur_agronomica/ModCultivoManejoPastos.pdf
69. MEARS, P. 1970. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) como una pastura.
70. MENA, A. 2013. FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN DE PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) EN EL

- SECTOR SALACHE CANTÓN LATACUNGA.. Tesis de Grado. Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Quevedo -Ecuador. pp 35-62.
71. MOORE, G. SANFORD, P. WILLEY T. 2006. Kikuyo (Pennisetum clandestinum). Perennial pastures for Western Australia. Department of Agriculture and Food Western. Australia. AU. 4 p. Consultado el 12 de marzo del 2015 Disponible en: http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/past/kikuyu.pdf
 72. MORTVEDT, J. 2003. Fertilización complementaria. pp 16.
 73. NAVARRO, G. 2000, <http://www.corpmisti.com.pe/novedades/ARTICULOACIDOHUMICOS2.htm><http://www.agroenzymas.com.mx/www/noticias/tecnilasas/tecnilasa2003y09.pdf>http://www.agrohispana.com/escuela/verdoc.asp?Documento=coln087&Id_Tema=103
 74. NELSON, D. 2005. Principales oligoelementos presentes en la fertilización. pp 45.
 75. NÚÑEZ, J. 2001. Manejo y conservación de suelos. San José, Costa Rica: EUNED. pp 258.
 76. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2012. Ecología y Enseñanza Rural. Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Estudio FAO Montes 131. Disponible en http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s04.htm#P5_56
 77. OSORIO, D. ROLDAN, J. 2006. Volvamos al Campo. Cultivo de Pastos y Forrajes. Colombia, Grupo Latino LTDA. pp 104.
 78. PALADINES, O. IZQUIERDO, F. 2007. Fertilización de Pasturas en el Centro Norte de la Sierra Ecuatoriana. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central del Ecuador. pp 21.
 79. PAPONOV, I. 2005. The PIN auxin efflux facilitators: evolutionary and functional perspectives. Trends in Plant Science. pp 170-177.
 80. PEREZ, F. 2002. Introducción a la fisiología vegetal. Edit. Multiprensa. Madrid, España. pp 545.

81. QUITO, INSTITUTO GEOFÍSICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL. 2015. Disponible <http://www.igepn.edu.ec/tungurahua>
82. RENELLA, G. et al. 2004. Hydrolase activity, microbial biomass and community structure in long-term Cd-contaminated soils. *Soil Biol. Biochem.* pp 36(3): 443 –451.
83. REEVES, M. FULKERSON, W. KELLAWAY, R. 2012. Forage quality of kikuyu (*Pennisetum clandestinum*): the effect of time of defoliation and nitrogen fertiliser application and incomparision with perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Australian Journal of Agricultural*, 47(8) Consultado el 12 de marzo del 2015 Disponible en <http://www.publish.csiro.au/index.cfm>
84. RESTREPO, J. 2007. El ABC de la Agricultura Orgánica y Panes de piedra. Abonos orgánicos fermentados. Volumen I. Cali, Colombia. Edit. Simas. pp 12 - 26.
85. REVISTA EL AGRO. 2009. Fitohormonas en flores. Edición 131: 16 – 17.
86. RÍOS, N. 1998. Respuesta del Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a la fertilización química. Chillanes Bolívar, Tesis de Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. pp 100.
87. ROJAS, G. 2003. Control hormonal del desarrollo de las plantas. México. pp 35.
88. ROMERA, M. sa, “Infoagro Agricultura Ecológica (Parte I del Capítulo III)”,citado en: http://www.google.com.ec/search?q=cache:JdOlqx_Um5QJ:www.infoagro.com/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica13.asp+%C3%A1cidos+h%C3%BAmicos%2Borigen%2Binfoagro&hl=es&lr=lang_es
89. RONEN, E. 2002. Fertilización Foliar. Otra exitosa forma de nutrir a las plantas. (En línea). Consultado el 2 de Jun. 2015 Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Foliar%20-%20Otra%20forma%20exitosa.asp>.
90. RUEDA D. 2002. Botánica Sistemática. 3 ed. Quito, EC. s.c. pp 195.
91. SAÑUDO A. 2002, “Principales forrajes para la alimentación Ganadera en Colombia”, 2ª ed., Nariño - Colombia, editorial Méndez, pp 322 – 351.

92. SOLIS, D. 2006. Ácidos fulvicos Recuperado de <http://www.bonsaimenorca.com>
93. SOTO, C.; VALENCIA, A.; GALVIS, R.; CORREA, H. 2005. Efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, pp 18(1): 26 Consultado el 12 de marzo del 2015 Disponible en: [www.revista.unal.edu.co index.php refame article download ... 25340](http://www.revista.unal.edu.co/index.php/refame/article/download/25340)
94. STEWART, 1982. The Effect of Comercial Humic Acid on Tomato Plant Growth and Mineral Nutrition. Journal of Plant Nutrition, pp 21 (3): 561-575.
95. SUQUILANDA, M. (sa). Los agentes microbiológicos en la agricultura orgánica. Microorganismos eficaces autóctonos (EMA), Biofertilizantes, Entomopatógenos y Antagónicos. Recuperado de <http://agronegociosecuador.ning.com/page/los-agentes-microbiologicos-en>
96. TANJI, K. 2003. Principales elementos en la fertilización de pasturas. pp. 43
97. TAYUPANTA, J. Y CÓRDOVA, J. 1990. Algunas alternativas agronómicas y mecánicas para evitar la pérdida del suelo. Quito, Ecuador: INIAP. pp 24.
98. VIBRANS, H. 2009. *Pennisetum clandestinum*. Consultado el 12 de marzo del 2015 Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/pennisetumclandestinum/fichas/ficha.htm#3>
99. VOGEL, A. 2000. Causas, efectos y formas de erosión de los suelos serranos. Manejo y conservación de suelos: la degradación del suelo y los cambios históricos. CAMAREN. Quito.
100. WEIL, R. 2002. Fertilización complementaria. pp 23.

ANEXOS:

Anexo 1. Análisis de varianza de la altura a los 15 días en el primer corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

1. Resultados experimentales

	BLOQUES						
	I	II	III	IV	V	$\sum T_i$	X
T0	11,6	11,7	13	12,9	12,3	61,5	12,3
T1	13,5	12,4	13,2	13	13,3	65,4	13,08
T2	12,7	13,2	13,7	14,5	12,8	66,9	13,38
T3	14	14,6	15,2	15	17,3	76,1	15,22
$\sum B_j$	51,8	51,9	55,1	55,4	55,7	269,9	53,98

2. Procedimiento Anova

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	26.77250000	3.82464286	6.54	0.0025
Error	12	7.01700000	0.58475000		

Total correcto	19	33.78950000
----------------	----	-------------

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.792332	5.666465	0.764689	13.49500

Fuente	DF	Cuadrado de			
		Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
bloq	4	3.82700000	0.95675000	1.64	0.2289
trat	3	22.94550000	7.64850000	13.08	0.0004

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tukey Agrupamiento		Número de		
		Media	observaciones	trat
A		15.2200	5	4
B		13.3800	5	3
B				
B		13.0800	5	2
B				
B		12.3000	5	1

Anexo 2. Análisis de varianza de la altura a los 30 días en el primer corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

1. Resultados experimentales

BLOQUES

	I	II	III	IV	V	ΣT_i	X
T0	12,7	12,1	18,4	17,7	14,4	75,3	15,06
T1	17,1	13,4	16,6	17,5	19,2	83,8	16,76
T2	19,4	16,7	20,3	19,1	18,4	93,9	18,78
T3	19,9	18,8	18,5	18,8	18,7	94,7	18,94
ΣB_j	69,1	61	73,8	73,1	70,7	347,7	69,54

	BLOQUES					ΣT_i	x
	I	II	III	IV	V		
T0	11,6	11,7	13	12,9	12,3	61,5	12,3
T1	13,5	12,4	13,2	13	13,3	65,4	13,08
T2	12,7	13,2	13,7	14,5	12,8	66,9	13,38
T3	14	14,6	15,2	15	17,3	76,1	15,22
ΣB_j	51,8	51,9	55,1	55,4	55,7	269,9	53,98

Procedimiento Anova

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	77.1245000	11.0177857	4.01	0.0172
Error	12	32.9810000	2.7484167		
Total correcto	19	110.1055000			
R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media		
0.700460	9.536008	1.657835	17.38500		

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	4	26.32300000	6.58075000	2.39	0.1084
trat	3	50.80150000	16.93383333	6.16	0.0089

2. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	18.940	5	4
A			
A	18.780	5	3

	A			
B	A	16.760	5	2
	B			
	B	15.060	5	1

Anexo 3. Análisis de varianza de la altura a los 45 días en el primer corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

1. Resultados experimentales

	BLOQUES						
	I	II	III	IV	V	ΣT_i	X
T0	19,6	18,2	20,7	19,6	17,5	95,6	19,12
T1	20,6	21	21,3	22,3	20,6	105,8	21,16
T2	23,2	23	21,6	23	26,3	117,1	23,42
T3	21,5	23	24,6	26	24,4	119,5	23,9
ΣB_j	84,9	85,2	88,2	90,9	88,8	438	87,6

	BLOQUES						
	I	II	III	IV	V	ΣT_i	X
T0	11,6	11,7	13	12,9	12,3	61,5	12,3
T1	13,5	12,4	13,2	13	13,3	65,4	13,08

T2	12,7	13,2	13,7	14,5	12,8	66,9	13,38
T3	14	14,6	15,2	15	17,3	76,1	15,22
ΣB_j	51,8	51,9	55,1	55,4	55,7	269,9	53,98

2. Procedimiento Anova

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	79.3670000	11.3381429	5.30	0.0059
Error	12	25.6930000	2.1410833		
Total correcto	19	105.0600000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.755445	6.681480	1.463244	21.90000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	4	6.43500000	1.60875000	0.75	0.5759
trat	3	72.93200000	24.31066667	11.35	0.0008

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	18.940	5	4
A			
A	18.780	5	3
A			
B A	16.760	5	2
B			
B	15.060	5	1

Anexo 4. Análisis de varianza de la Producción de forraje Verde Ha/Corte a los 45 días en el primer corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

1. Resultados experimentales

	BLOQUES					ΣT_i	X
	I	II	III	IV	V		
T0	13,5	12,5	15	16,5	11,9	69,4	13,88
T1	18,5	16,3	17	16,4	13	81,2	16,24
T2	19	16,9	18,5	21	19	94,4	18,88
T3	21,7	18,5	24	26,5	21	111,7	22,34
ΣB_j	72,7	64,2	74,5	80,4	64,9	356,7	71,34

2. Procedimiento Anova

Fuente	DF	Suma de	Cuadrado de	F-Valor	Pr > F
		cuadrados	la media		
Modelo	7	244.4585000	34.9226429	14.30	<.0001
Error	12	29.3070000	2.4422500		
Total correcto	19	273.7655000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.892949	8.762377	1.562770	17.83500

Fuente	DF	Cuadrado de		F-Valor	Pr > F
		Anova SS	la media		
bloq	4	46.5930000	11.6482500	4.77	0.0155
trat	3	197.8655000	65.9551667	27.01	<.0001

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tukey Agrupamiento		Media	Número de observaciones	trat
	A	22.3400	5	4
	B	18.8800	5	3
	B			
C	B	16.2400	5	2
	C			
	C	13.8800	5	1

Anexo 5. Análisis de varianza de la Producción de Materia Seca Ha/Corte a los 45 días en el primer corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

1. Resultados experimentales

	BLOQUES					$\sum T_i$	X
	I	II	III	IV	V		
T0	2,01285	1,86375	2,2365	2,46015	1,77429	10,34754	2,069508
T1	2,50305	2,20539	2,3001	2,21892	1,7589	10,98636	2,197272
T2	2,2154	1,97054	2,1571	2,4486	2,2154	11,00704	2,201408
T3	2,98158	2,5419	3,2976	3,6411	2,8854	15,34758	3,069516
$\sum B_j$	9,71288	8,58158	9,9913	10,76877	8,63399	47,68852	9,537704

2. Procedimiento Anova

Suma de	Cuadrado de
---------	-------------

Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	4.05592720	0.57941817	12.53	0.0001
Error	12	0.55475743	0.04622979		
Total correcto	19	4.61068463			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.879680	9.017312	0.215011	2.384426

Cuadrado de					
Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
bloq	4	0.87070789	0.21767697	4.71	0.0162
trat	3	3.18521931	1.06173977	22.97	<.0001

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Número de			
Tukey Agrupamiento	Media	observaciones	trat
A	3.0695	5	4
B	2.2014	5	3
B			
B	2.1973	5	2
B			
B	2.0695	5	1

Anexo 6. Análisis de varianza de la altura a los 15 días en el segundo corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

1. Resultados experimentales

BLOQUES

	I	II	III	IV	V	ΣT_i	\bar{X}
T0	14,2	13,6	13,8	13,7	13,4	68,7	13,74
T1	13,9	11,4	14,5	15,1	15,3	70,2	14,04
T2	15,3	15,5	15	16,6	16,2	78,6	15,72
T3	16,7	15	15,4	16,5	16,5	80,1	16,02
ΣB_j	60,1	55,5	58,7	61,9	61,4	297,6	59,52

2. Procedimiento Anova

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	26.64400000	3.80628571	5.88	0.0039
Error	12	7.76800000	0.64733333		
Total correcto	19	34.41200000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.774265	5.407058	0.804570	14.88000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	4	6.59200000	1.64800000	2.55	0.0941
trat	3	20.05200000	6.68400000	10.33	0.0012

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	16.0200	5	4
A	15.7200	5	3
A			
B	14.0400	5	2
B			
B	13.7400	5	1

Anexo 7. Análisis de varianza de la altura a los 30 días en el segundo corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

1. Resultados experimentales

	BLOQUES					ΣTi	X
	I	II	III	IV	V		
T0	17,6	18,1	17,2	17,8	17,5	88,2	17,64
T1	16,5	17,4	18,4	20,9	20,2	93,4	18,68
T2	21,5	21,3	21,9	22,4	23,9	111	22,2
T3	22,2	21,7	23	23,6	21,8	112,3	22,46
ΣBj	77,8	78,5	80,5	84,7	83,4	404,9	80,98

2. Procedimiento Anova

Fuente	DF	Suma de	Cuadrado de	F-Valor	Pr > F
		cuadrados	la media		
Modelo	7	98.8645000	14.1235000	14.00	<.0001
Error	12	12.1050000	1.0087500		
Total correcto	19	110.9695000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.890916	4.961054	1.004365	20.24500

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de	F-Valor	Pr > F
			la media		
bloq	4	9.04700000	2.26175000	2.24	0.1253
trat	3	89.81750000	29.93916667	29.68	<.0001

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tukey Agrupamiento	Número de		
	Media	observaciones	trat

A	22.4600	5	4
A	22.2000	5	3
A			
B	18.6800	5	2
B			
B	17.6400	5	1

Anexo 8. Análisis de varianza de la altura a los 45 días en el segundo corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

1. Resultados experimentales

	BLOQUES					ΣT_i	X
	I	II	III	IV	V		
T0	20,2	16,5	18,5	17,2	16,9	89,3	17,86
T1	19	21,1	20,8	19,7	22,4	103	20,6
T2	22,8	21,7	21,9	23,5	26,6	116,5	23,3
T3	21,8	23,3	24,2	26,3	21,4	117	23,4
ΣB_j	83,8	82,6	85,4	86,7	87,3	425,8	85,16

2. Procedimiento Anova

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	107.5190000	15.3598571	4.24	0.0140
Error	12	43.4590000	3.6215833		
Total correcto	19	150.9780000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.712150	8.938684	1.903046	21.29000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	4	3.8530000	0.9632500	0.27	0.8942
trat	3	103.6660000	34.5553333	9.54	0.0017

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	23.400	5	4
A			
A	23.300	5	3
A			
B A	20.600	5	2
B			
B	17.860	5	1

Anexo 9. Análisis de varianza de la Producción de forraje Verde Ha/Corte a los 45 días en el segundo corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

1. Resultados experimentales

	BLOQUES						
	I	II	III	IV	V	$\sum T_i$	X
T0	9	9	11	9,5	8	46,5	9,3
T1	7,6	5,5	11,6	16	17,6	58,3	11,66
T2	12,5	11,8	10	11,7	14,7	60,7	12,14
T3	9,4	15	13	17	12	66,4	13,28
$\sum B_j$	38,5	41,3	45,6	54,2	52,3	231,9	46,38

2. Procedimiento Anova

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	88.2145000	12.6020714	1.35	0.3102
Error	12	112.3150000	9.3595833		
Total correcto	19	200.5295000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.439908	26.38502	3.059344	11.59500

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	4	46.17700000	11.54425000	1.23	0.3480
trat	3	42.03750000	14.01250000	1.50	0.2653

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	13.280	5	4
A			
A	12.140	5	3
A			
A	11.660	5	2

A			
A	9.300	5	1

Anexo 10. Análisis de varianza de la Producción de Materia Seca Ha/Corte a los 45 días en el segundo corte del pasto *Pennisetum clandestinum* bajo el efecto de la aplicación varios niveles de abono orgánico comercial (ECO HUM DX) más una base de fertilizante enraizador (RAÍZPLANT 500).

1. Resultados experimentales

BLOQUES							
	I	II	III	IV	V	ΣT_i	X
T0	1,701	1,701	2,079	1,7955	1,512	8,7885	1,7577
T1	1,34596	0,97405	2,05436	2,8336	3,11696	10,32493	2,064986
T2	2,1525	2,03196	1,722	2,01474	2,53134	10,45254	2,090508
T3	1,5604	2,49	2,158	2,822	1,992	11,0224	2,20448
ΣB_j	6,75986	7,19701	8,01336	9,46584	9,1523	40,58837	8,117674

2. Procedimiento Anova

		Suma de	Cuadrado de		
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	1.94491348	0.27784478	0.97	0.4953
Error	12	3.44673146	0.28722762		
Total correcto	19	5.39164494			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.360727	26.40836	0.535936	2.029419

		Cuadrado de			
Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
bloq	4	1.39754125	0.34938531	1.22	0.3543

trat	3	0.54737223	0.18245741	0.64	0.6065
------	---	------------	------------	------	--------

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	2.2045	5	4
A			
A	2.0905	5	3
A			
A	2.0650	5	2
A			
A	1.7577	5	1

